

Aalto Yliopisto

Taloustieteen laitos

Kevät 2019

Kandidaatin tutkielma

Roope Kangas

Radiotaajuushuutokaupat Suomessa 2009-2018, käytetyt menetelmät ja huutokaupan teoria.

Kirjallisuuskatsaus.

Taloustieteen harjoitustyö

Aalto Yliopistossa 1.5.2019

Harjoitustyön tekijä: Roope Kangas

Opponentti: Johannes Hirvonen

Ohjaaja: Pauli Murto, Mikko Mustonen

Tiivistelmä (Abstract)

Tutkielma käsittelee Suomessa vuosina 2009 – 2018 järjestetyissä radiotaajuushuutokaupoissa käytettyjä huutokauppan menetelmiä, niiden tavoitteita ja lopputuloksia taloustieteen teorian näkökulmasta.

Tutkielman tavoitteena on arvioida radiotaajuushuutokauppojen onnistuneisuutta, havaita niihin liittyvät suurimmat haasteet ja arvioida erilaisia keinoja, joilla haasteista voidaan selvitä. Tutkielma on toteutettu pääosin kirjallisuuskatsauksen muodossa, mutta se sisältää lyhyen teoreettisen mallinnuksen osallistujien välisen kilpailun vaikutuksesta hinnanmuodostumiseen sisäisen henkilökohtaisten arvostuksen tilanteessa. Tutkielman perusteella nähdään että Suomessa järjestettyjen radiotaajuushuutokauppojen suurimmat ongelmat liittyvät vähäiseen osallistujien määrään, ja tästä johtuvaan ongelmalliseen kilpailupoliittiseen asetelmaan. Mikäli Suomen radiotaajuushuutokauppojen tuottoja halutaan tulevaisuudessa merkittävästi lisätä, on järjestäjän mahdollistettava osallistujien välinen kilpailu markkinaosuuksista, sekä pyrittävä houkuttelemaan toimialalle lisää osallistuvia kilpailijoita.

Contents

Tiivistelmä (Abstract).....	2
Johdanto	5
1. Johdanto huutokaupan teoriaan	6
1.1 Tavallisimmat huutokaupamenetelmät	6
1.1.1 Nousevan hinnan avoin huutokauppa (Open ascending auction)	7
1.1.2 Laskevan hinnan avoin huutokauppa (Descending auction)	7
1.1.3 Suljettu korkeimman tarjouksen huutokauppa (blind first price auction)	8
1.1.4.Suljettu toisen hinnan huutokauppa (Vicreyn huutokauppa)	9
1.1.5.Menetelmien vertailu.....	9
1.1.6.Voiton yhdensuuruuden periaate (Revenue equivalence theorem).....	9
1.1.7.Yhteinen arvostus	10
1.2.Yksinkertaisen tarkastelun rajoittavuus ja optimaalisen menetelmän valinta	10
1.2.1.Riskin kaihtaminen	11
1.2.2.Korrelaatio ja signaointi.....	11
1.2.3. Osallistumisen kustannukset	12
1.2.4 Kilpailijoiden määrä	12
1.2.5 Lähtöhinta.....	13
1.2.6 Minimikorotukset	13
1.2.7 Kolluusio	13
1.2.8 Usean kohteen huutokauppa	14
1.2.9 yhteenveto.....	14
2. Radiotaajuudet	15
2.1. Uuden sukupolven radiotaajuudet.....	15
2.2 Taajuushuutokaupan historia.....	16
2.3 Taajuushuutokaupat suomessa.....	16
2.4 Suomen ensimmäinen taajuushuutokauppa.....	16
2.4.1 Ensimmäisen taajuushuutokaupan säännöt	17
2.4.2 Osallistujien insentiivit.....	17
2.4.3 Huutokaupan lopputulos	18
2.4.4 Huutokaupamenetelmän analyysi.....	18
2.5 Suomen toinen taajuushuutokauppa	18
2.5.1 Huutokaupan säännöt	19
2.5.2 Osallistujien insentiivit.....	19
2.5.3 Huutokaupan eteneminen	19
2.5.4 Huutokaupamenetelmän analyysi.....	20

2.6 Suomen kolmas taajuushuutokauppa	20
2.6.1 Taajuushuutokaupan säännöt	20
2.6.2 Taajuushuutokaupan eteneminen	20
3.5.3 Huutokaupan analyysi	21
3.6 Suomen neljäs taajuushuutokauppa	21
3.6.1 Huutokaupan säännöt	21
3.6.2 Huutokaupan eteneminen	22
3.6.3 Huutokauppan menetelmän analyysi.....	22
3.7 Huutokauppan menetelmän toimivuus Suomessa	22
3.7.1 Suurimmat ongelmat.....	22
3.7.2 Poliittiset päätökset.....	23
4. Taajuushuutokauppan menetelmien kriittinen tarkastelu.....	24
4.1 Osallistujien välisen kilpailun lisääminen (Avoin nouseva hinta)	24
4.1.1 Ei osallistujien välistä kilpailua markkinaosuudesta	24
4.1.2 yhteenveto.....	27
4.1.3 Osallistujien välillä kilpailua.....	28
4.1.4 Vuoden 2013 taajuushuutokaupan tarkastelu.	29
4.1.5 Mallinnuksen yhteenveto.....	31
4.1.6 Mallinnuksen kriittinen tarkastelu ja puutteet.....	32
4.2 Huutokauppan menetelmien kehittäminen.....	33
4.2.1 Kilpailijoiden määrän lisääminen.....	34
4.2.2 Kilpailijoiden välisen kilpailun mahdollistaminen.....	35
4.2.3 Muut keinot	35
5. Johtopäätökset	36
6. Lähdeluettelo.....	37

Johdanto

Taajuushuutokaupoilla tarkoitetaan käytäntöä, jossa valtio huutokauppaa käyttöoikeudet tiettyjen radioaaltotaajuus alueiden käyttöön, rajatulla alueella, tietylle ajanjaksolle. Erityisesti tässä yhteydessä tarkoitetaan radiotaajuuksia, joita voidaan hyödyntää langattoman elektroniikan, kuten matkapuhelimien ja muun kodin elektroniikan käytössä. Arkikielessä näihin taajuuksiin viitataan lyhenteillä 3G, 4G ja 5G. Suomessa radiotaajuuksia huutokaupattiin ensimmäisen kerran vuonna 2009, mutta maailmalla radiotaajuuksia on huutokaupattu yritysten käyttöön jo vuodesta 1994. Taajuushuutokauppoja on toteutettu Suomessa yhteensä 4 kertaa, edellisen kerran vuonna 2018, kun 5G teknologian hyödyntämisen mahdollistavia radiotaajuuksia jaettiin yrityksien käyttöön ensimmäisenä valtiona maailmassa.

Osalle valtioista taajuushuutokaupoista on muodostunut merkittävä tulonlähde, esimerkkeinä mainittakoon Yhdysvallat ja Iso-Britannia, jotka ovat keränneet 52 ja 34 miljardia dollaria taajuushuutokaupoilla. Suomessa toteutettujen taajuushuutokauppojen menestys on ollut verrattain huono, sillä neljän järjestämiskerran aikana on onnistuttu keräämään yhteensä 273 miljoonaa euroa valtion kassaan. Taajuushuutokauppojen lopputuloksiin vaikuttaa suuresti käytetyt menetelmät, huutokaupan säännöt, rajoitukset ja ehdot.

Tämän tutkielman tarkoitus on perehtyä Suomessa järjestettyihin taajuushuutokauppoihin, niiden tavoitteisiin, tuloksiin ja käytettyihin menetelmiin, sekä arvioida näiden menetelmien toimivuutta. Lisäksi tarkastellaan peliteorian avulla erilaisten variaatioiden vaikutusta odotettuihin lopputuloksiin, sekä niitä keinoja, joilla huutokauppanetelmiä voidaan tulevaisuudessa kehittää.

Suomessa toteutettuihin taajuushuutokauppoihin keskittyvä tutkimus on ollut vielä toistaiseksi vähäistä, mutta maailmalla taajuushuutokauppamekanismeja on tutkittu laajasti (Ks. esim. Klemperer 2000 ja Gandhi, Buragohain, Cao, Zheng, Suri 2007)

Tutkielman ensimmäinen osuus perehtyy yleiseen huutokaupan teoriaan, ja pyrkii kuvaamaan lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä huutokauppatavan ja sääntöjen valintojen osalta. Tutkielman toinen osuus käsittelee Suomen taajuushuutokaupan historiaa, tarkastelee käytettyjä menetelmiä esitellyn teorian pohjalta, sekä arvioi huutokaupan suunnittelun onnistuneisuutta. Tutkielman kolmas osio mallintaa suomessa käytettyjä menetelmiä matemaattisesti peliteoriaa hyödyntäen, ja arvioi vaihtoehtoisten menetelmien hyödyntämisen vaikutusta odotettuun lopputulokseen Suomen olosuhteissa.

Tutkielma on toteutettu pääosin kirjallisuuskatsauksen muodossa, ja siihen sisältyy lyhyt matemaattinen mallinnus osallistujien välisen kilpailun mahdollistamisen vaikutuksista henkilökohtaisten sisäisten arvojen tilanteessa.

OSA 1: HUUTOKAUPAN TEORIA

1. Johdanto huutokaupan teoriaan

Huutokaupoiksi kutsutaan menetelmiä, joiden tavoitteena on kerätä mahdolliset ostajat samaan paikkaan kilpailemaan rajoitetusta määrästä hyödykkeitä. Hyödykkeen myyjä pyrkii selvittämään myytävänä olevan nimikkeen oikean hinnan tilanteessa, jossa hyödykkeen selkeä arvo ei ole tiedossa, ja täten saamaan mahdollisimman korkean hinnan myymästään hyödykkeestä.

Huutokaupan järjestäjän ongelmaa voidaan ymmärtää kuvittelemalla tilanne, jossa myytäviä hyödykkeitä on yksi, ja mahdollisia ostajia useita. Myytävänä oleva hyödyke poikkeaa muista aikaisemmin myydyistä hyödykkeistä, joten sillä ei ole selvästi havaittavaa arvoa. Mikä on tällaisessa tilanteessa oikea hinta, joka myyjän kannattaa tuotteelleen asettaa maksimoidakseen oman hyvinvointinsa? Myyjän tiedossa on alhaisin hinta, jolla hän on valmis luopumaan hyödykkeestään, mutta oikea hinta myyjän näkökulmasta riippuu siitä, kuinka paljon mahdolliset ostajat ovat valmiita maksamaan.

Toisaalta ostajat tietävät ainakin sen hinnan, jonka he olisivat korkeimmillaan valmiita maksamaan hyödykkeestä, mutta eivät tahdo tämän tiedon välittävän myyjälle, joka tämän tiedon perusteella tietäisi kuinka ylös hän voi hinnan asettaa saaden kuitenkin hyödykkeen kaupattua. Tätä myyjän ja ostajien välisen tiedon epäsymmetriaa kutsutaan epätäydellisen informaation tilaksi. Täydellisen informaation vallitessa kaikki osapuolet tietävät, kuinka paljon muut osapuolet arvostavat hyödykettä, eikä huutokauppaa tarvita. Tällaisessa tilanteessa hinta neuvoteltaisiin johonkin myyjän minimihinnan ja ostajan maksimihinnan välille.

Epätäydellinen informaatio kuuluu huutokaupan teoriaan olennaisesti. Tämän lisäksi mielekkään huutokauppatilanteen muodostuminen vaatii, että mahdollisia ostajia on useampia kuin tarjottavia nimikkeitä, tai että yksittäinen ostaja voi hyötyä useamman nimikkeen ostamisesta. Muutoin arvostuksen selvittämiseen välttämätöntä kilpailua ostajien välille ei pääse syntymään, ja hinnanmuodostus on tehotonta.

Huutokaupan teoriasta on paljon kirjallisuutta (Ks. esim. Krishna 2009, Klemperer 2000).

1.1 Tavallisimmat huutokaupamenetelmät

(luentodiat ja Satu Ruotsalainen) (Milgrom, P. (1989) "Auctions and Bidding: A Primer", Journal of Economic Perspectives.)

Huutokaupassa on siis oltava aina vähintään kolme osapuolta, vähimmäisvaatimuksena myyjä ja kaksi tarjoajaa. Huutokaupamenetelmää valitessaan myyjä pyrkii maksimoimaan lopullisen myyntihinnan, sekä minimoimaan suorat ja epäsuorat kustannukset, jotka huutokaupan järjestäminen aiheuttaa. Suorina kustannuksina voidaan pitää huutokaupan järjestämisen kuluja, epäsuorana esimerkiksi aikaa, jonka myyjä käyttää huutokaupan suunnitteluun ja järjestämiseen.

Ostajat puolestaan pyrkivät maksimoimaan odotetun hyvinvointinsa, jota saavutetaan hankkimalla myytävänä olevia nimikkeitä mahdollisimman paljon omaa arvostustaan alhaisemmalla kustannuksella, huomioiden kuitenkin huutokauppaan osallistumisen tuomat kustannukset ja kulutettu aika.

Taloustieteen huutokaupan teoria keskittyy mallintamaan osapuolien optimaalista käyttäytymistä erilaisissa huutokauppatilanteissa, sekä miten optimaalinen käyttäytyminen muuttuu, kun lähtökohtia muutetaan. Empiirinen tutkimus puolestaan tutkii näiden teorioiden toteutumista käytännössä. Seuraavaksi käsitellään tavallisimmat huutokaupamenetelmät ja niiden teoreettinen viitekehys tilanteessa, jossa huutokaupattavia

hyödykkeitä on yksi. Lisäksi osallistujilla on sisäinen, henkilökohtainen arvo tarjottavalle hyödykkeelle, joka poikkeaa muiden osallistujien arvosta. *Myöhemmin tarkastellaan tilannetta, jossa huutokaupattavan kohteen arvo on yhteinen kaikille osallistujille, sekä tilannetta jossa huutokaupattavia kohteita on useampia.*

1.1.1 Nousevan hinnan avoin huutokauppa (Open ascending auction)

Nousevan hinnan avoimessa huutokaupassa, tai toiselta nimeltään englantilaisessa huutokaupassa, osallistujat eli mahdolliset ostajat tekevät tarjouksia korottamalla edellistä tarjousta niin kauan, kunnes ainoastaan yksi tarjoaja on jäljellä. Tämän jälkeen korkeimman tarjouksen tehnyt tarjoaja lunastaa nimikkeen tarjoamallaan hinnalla. Huutokaupan järjestäjä voi halutessaan asettaa lähtöhinnan, josta korotukset aloitetaan. Järjestäjä voi myös halutessaan määritellä minimi ja maksimi korotukset, pyrkien omiin tavoitteisiinsa.

Tällaista huutokaupamenetelmää käytetään perinteisesti taulujen ja muiden arvotavaroiden myyntiin, mutta myös ajoittain asuntokaupassa.

Ostajan näkökulmasta optimaalinen strategia englantilaisessa huutokaupassa on korottaa tarjousta niin kauan, kunnes hinta ylittää ostajan sisäisen arvostustason. Mikäli ostaja tarjoaa enemmän kuin oman arvostuksensa ja tarjous hyväksytään, joutuu hän maksamaan nimikkeestä enemmän kuin se tuottaa hänelle hyvinvointia. Tällöin lopputulos on ostajan kannalta negatiivinen, ja hän menettää mahdollista hyvinvointia. Toisaalta jos ostaja lopettaa tarjoamisen ennen kuin hänen sisäinen arvostustasonsa tasonsa on ylitetty, hän menettää mahdollisuuden ansaita hyvinvointia, sillä hän olisi saattanut voittaa seuraavalla tarjouksella, joka olisi ollut edelleen alle hänen oman sisäisen arvostustasonsa. Ostajan näkökulmasta tarjouksen asettamisen odotusarvo on siis positiivinen niin kauan, kun tarjous on alle ostajan sisäisen arvostuksen. Tästä syystä hinta asettuu käytännössä aina tasolle, mikä on toiseksi korkeimman arvostuksen omaavan osallistujan arvostustaso. Nousevan hinnan huutokauppa voidaankin luokitella toisen hinnan (second price) huutokaupaksi.

Myyjän näkökulmasta nousevan hinnan avoin huutokauppa tuottaa sitä enemmän hyvinvointia, mitä enemmän myyntihinta ylittää myyjän oman arvostustason myytävälle tuotteelle. Mikäli nousevan hinnan avoin huutokauppa toimii tehokkaasti, huutokaupan voittaa ostaja, jonka sisäinen arvostus nimikkeelle on korkein. Voittaja maksaa summan, joka on suurempi tai yhtä suuri kuin toiseksi korkeimman arvostuksen omaavan kilpailijan arvostus. Tällöin voittajan hyvinvoinnin määrä on yhtä suuri tai suurempi kuin nolla. Myyjän kannalta optimaalinen lopputulos on sellainen, jossa hyödykettä eniten arvostava ostaja maksaa tismalleen oman arvostuksensa verran, ja ansaitsee hyvinvointia määrän 0.

Kuten muissakin huutokaupamenetelmissä, myös nousevan hinnan huutokaupassa järjestäjällä on mahdollisuus vaikuttaa positiivisesti omaan odotusarvoonsa, muun muassa asettamalla lähtöhinnan tai minimikorotuksen. Palaan näihin järjestäjän kannalta strategisiin päätöksiin ja niiden vaikutuksiin myöhemmin tässä kappaleessa.

1.1.2 Laskevan hinnan avoin huutokauppa (Descending auction)

Laskevan hinnan avoin huutokauppa, toiselta nimeltään hollantilainen huutokauppa, on yleisesti tunnettu mutta vähemmän käytetty menetelmä. Muun muassa Suomen huutokauppa lainsäädännön mukaan tämä menetelmä on kielletty, sillä Suomen huutokauppa lainsäädännön mukaan huutokaupassa on oltava nousevat hinnat.

Laskevan hinnan avoimessa huutokaupassa myyjä asettaa hinnan, josta lähdetään sovitulla vauhdilla laskeutumaan alaspäin. Huutokaupan voittaa se tarjoaja, joka ensimmäisenä lupautuu ostamaan nimikkeen sillä hetkellä vallitsevalla hinnalla. Tässä menetelmässä tarjouksia tulee siis vain yksi kappale.

Ostajan näkökulmasta optimaalinen toiminta laskevan hinnan huutokaupassa ei ole niin yksiselitteinen, kuin mitä se on nousevan hinnan huutokaupassa. Kuitenkin myös tätä menetelmää käyttämällä korkeimman arvostuksen omaava tarjoaja voittaa, mikäli huutokauppa toteutuu tehokkaasti. Vaikka tässäkin tapauksessa jokaisella tarjoajalla on oma henkilökohtainen arvostustasonsa tarjottavalle hyödykkeelle, hinta ei jokaisella kerralla automaattisesti asetu toiseksi korkeimman arvostuksen kohdalle. Tässä menetelmässä ostajan optimaalinen käyttäytyminen riippuu siitä, mikä on muiden osallistujien arvioitu arvostuksen taso. Ostajan ei tietenkään kannata tarjota oman arvostuksensa ylittävää hintaa, mutta kun laskeva hinta alittaa ostajan sisäisen arvostuksen on ostajan päätettävä, kuinka pitkään vielä odotetaan. Mitä kauemmin ostaja odottaa, sitä suuremman hyödyn hän saa voittaessaan, mutta samaan aikaan sitä todennäköisempää on, että joku muu tarjoaja voittaa. Ostajan optimaalisen strategian määrittelee siis vaihtokauppa suuremman hyödyn ja epätodennäköisemmän voiton välillä. Todennäköisyyden arvioimiseksi on oltava arvio muiden kilpailijoiden arvostuksesta.

Myyjän näkökulmasta huutokaupan lopputulos on epävarmempi, sillä se sisältää enemmän vaihtelua. Kuitenkin tuoton odotusarvon yhdensuuruuden periaatteen mukaan hinnan odotusarvo on tismalleen sama kuin edellisessä esimerkissä, eli yhtä suuri kuin toiseksi korkeimman arvostustason omaavan osallistujan arvostus. Palaan myös tähän periaatteeseen myöhemmin tässä kappaleessa. Huutokauppatavan selkeä etu muihin verrattuna on sen nopea toteutus.

Hollantilaista huutokauppamenetelmää on käytetty muun muassa kukkien, kalan ja tupakan huutokauppaamiseen. (Wikipedia)

1.1.3 Suljettu korkeimman tarjouksen huutokauppa (blind first price auction)

Suljetussa korkeimman tarjouksen huutokaupassa, kilpailuun osallistuvat tarjoajat luovuttavat tarjouksensa tietämättä toistensa tarjouksia. Kun kaikki tarjoukset on annettu, huutokaupan järjestäjä tarkastaa tarjoukset, ja korkeimman summan tarjonnut voittaa. Tämän jälkeen voittaja maksaa tarjoamansa summan täysimääräisenä, mikäli järjestäjä haluaa myydä tähän hintaan. Järjestäjä voi ilmoittaa etukäteen lähtöhinnan, jota alempia tarjouksia ei oteta vastaan, tai ilmoittaa pyyntihinnan, kuten on tavallista esimerkiksi asuntokaupoissa. Pyyntihinnan merkitys asuntokaupoissa on antaa tarjoajille viitteitä siitä, minkä kokoluokan tarjouksilla on mahdollisuus tulla hyväksytyksi, ja ohjata tarjouksia oikeaan suuntaan.

Ostajan kannalta optimaalinen strategia suljetussa ensimmäisen hinnan huutokaupassa muistuttaa tilannetta hollantilaisessa huutokaupassa. Jälleen tarjoaja kohtaa vaihtokaupan epätodennäköisemmän voiton ja suuremman hyödyn välillä, ja joutuu arvioimaan toisten osallistujien arvostuksen suuruutta. Optimaalinen strategia on tarjota jotain oman sisäisen arvostuksen alapuolelta, mutta ei niin paljon, että muu osallistuja voittaa huutokaupan. Tuotto-odotuksen yhdensuuruuden periaatteen mukaan optimaalinen tarjous on täsmälleen arvioitu toiseksi korkeimman arvostuksen määrä.

Tehokas toteutus saavutetaan myös tässä menetelmässä, kun suurimman arvostuksen omaava osallistuja voittaa huutokaupan. Tehokas lopputulos ei kuitenkaan ole taattu, sillä optimaalinen strategia perustuu arvioon, joka voi olla väärässä.

Myyjän kannalta odotettu tuotto on sitä korkeampi, mitä korkeammaksi osallistujat kokevat muiden osallistujien arvostukset. Tämän huutokauppamenetelmän lopputulokseen vaikuttaa useita erilaisia tekijöitä, jos yksinkertaisesta tilanteesta lähdetään joustamaan oletuksia. Eräs tärkeimmistä vaikuttavista tekijöistä on

signaalointi vaikutus, jolla tarkoitetaan osapuolisten välillä tapahtuvaa viestintää, joka voi vaikuttaa siihen miten osallistujat arvioivat muiden osallistujien sisäistä arvostusta. Tästä käytännön elämän esimerkki löytyy kiinteistövälittäjistä, joille ominainen toimintatapa on viestiä asunnosta kiinnostuneille myös muiden potentiaalisten ostajien olemassaolosta ja määrästä. Osallistujien suurempi lukumäärä nostaa jo itsessään toiseksi korkeimman arvostuksen todennäköistä määrää. Korkeimman hinnan suljettua huutokauppaa on käytetty asuntokaupan lisäksi sopimuskilpailutuksessa, sekä valtion velkakirjojen liikkeellelaskussa.

1.1.4.Suljettu toisen hinnan huutokauppa (Vicareyn huutokauppa)

Suljetussa toisen hinnan huutokaupassa osallistujat tarjoavat toistensa tarjouksista tietämättä kuten suljetussa ensimmäisen hinnan huutokaupassakin, ja kuten edellä voittaja on suurimman tarjouksen tehnyt osallistuja. Poikkeuksena korkeimman hinnan huutokauppaan on kuitenkin se, että voittaja maksaa summan, joka on yhtä suuri kuin toiseksi suurin tarjous. Tämän mekanismin luoma optimaalinen tarjoamiskäyttäytyminen luo mielenkiintoisen asetelman erityisesti arvostuksen selvittämisen näkökulmasta.

Vicareyn huutokauppa muuttaa tarjoajien optimaalista käyttäytymistä siten, että heidän on optimaalista tarjota täsmälleen oman sisäisen arvostuksensa mukainen summa, ilmoittaen näin järjestäjälle heidän sisäisen arvostuksensa tason. Mikäli tarjous on voittava, he maksavat vähemmän kuin oman arvonsa verran, toisaalta jos voittaja tarjoaisi vähemmän kuin oman arvostuksensa verran, ei voittaessa ansaittu hyöty olisi yhtään suurempi, mutta voittamisen todennäköisyys pienempi. Jos taas voittaja olisi tarjonnut enemmän kuin sisäisen arvostuksensa, olisi mahdollista, että hän voittaessaan joutuu maksamaan enemmän kuin oman arvostuksensa verran ja näin ansaitsee negatiivisen hyödyn.

Huutokaupan järjestäjän näkökulmasta suljetun toisen hinnan huutokauppa, ja nousevan hinnan avoin huutokauppa ovat ekvivalentit, siis odotusarvo järjestäjän hyödyille on täsmälleen sama, sillä lopullinen hinta asettuu täsmälleen toiseksi korkeimman arvostustason kohdalle. Tätä menetelmää käytetään nykyään esimerkiksi Yhdysvaltojen arvopaperimarkkinoilla ja internetissä.

1.1.5.Menetelmien vertailu.

Tähän asti tarkastellut neljä menetelmää voidaan jakaa kahteen osaan niiden toisiaan muistuttavien ominaisuuksiensa perusteella:

1. Toisen hinnan (second price auction) huutokaupoiksi voidaan laskea niin nousevan hinnan avoin huutokauppa, kuin suljettu toisen hinnan huutokauppa, sillä teoriassa voittajan maksama hinta, eli järjestäjän tuotto asettuu näissä molemmissa tapauksissa täsmälleen toiseksi korkeimman arvostuksen omaavan arvostuksen tasolle.
2. Korkeimman hinnan (First price auction) huutokaupoiksi voidaan taas laskea niin laskevan hinnan avoin huutokauppa, että suljettu korkeimman tarjouksen huutokauppa. Teoriassa molemmissa tapauksessa lopullinen maksettava hinta muodostuu samalla tavalla, perustuen arvioon muiden osallistujien tarjouksista ja todennäköisen tuoton määrittelemisestä.

1.1.6.Voiton yhdensuuruuden periaate (Revenue equivalence theorem)

Yksinkertaistetussa tilanteessa kaikkia huutokauppamenetelmiä, jotka johtavat tehokkaaseen lopputulokseen, koskee voiton yhdensuuruuden periaate. Tämä periaate toimii, kun seuraavat oletukset pitävät:

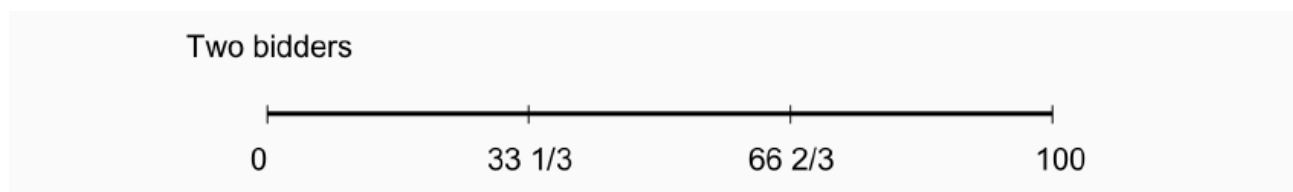
1. Kaikki osallistujat ovat riskineutraaleita

2. Kaikilla osallistujilla on henkilökohtainen arvostus huutokaupattavalle hyödykkeelle, jonka ainoastaan he tietävät, ja joka voidaan johtaa tasaisesta jakaumasta, joka on aidosti kasvava ja atomiton.
3. Kukaan osallistujista ei hyödy hyödykkeiden yhdistämisestä. Kombinatorinen hyöty on siis 0.
4. Huutokauppaan osallistuminen ei aiheuta kuluja.
5. Muiden toiminta ei vaikuta henkilökohtaisiin arvostuksiin.
6. Huutokaupassa ei ole minimikorotuksia eikä lähtöhintaa.

Voiton yhdensuuruuden periaatteen mukaan, kaikki tehokkaaseen lopputulokseen johtavat huutokaupattavat johtavat samaan odotettuun voittoon huutokaupan järjestäjän näkökulmasta.

Tilannetta voidaan mallintaa kuvittelemalla tilanne, jossa mukana on järjestäjä ja kaksi osallistujaa, joiden arvostus on määritelty satunnaisesti väliltä 0-100. Tarkastellaan ensin tilannetta nousevan hinnan avoimessa huutokaupassa.

Osallistujien arvostukset ovat 33,33 ja 66,66.



1. Yksi osallistuja

Tarjoukset aloitetaan nolasta ja kilpailu päättyy, kun hinta on noussut 33,33 asti, jolloin vähemmän arvostava ei enää korota tarjousta. Lopullinen hinta on siis yhtä suuri, kuin toiseksi korkeimman arvostuksen omaavan osallistujan arvostus.

Kun tarkastellaan korkeimman hinnan suljettua huutokauppaa, osallistujien pitää arvioida kuinka paljon muut osallistujat arvostavat hyödykettä, ja laskea sen perusteella todennäköisyys omalle tuotolleen huutokaupasta. Strategisen pelin lopputulos on, että jokaisen osallistujan kannattaa tarjota puolet oman arvostuksensa määrästä. Tämä strategia maksimoi voiton odotusarvon, ja kun sitä soveltaa edellä kuvailtuun tilanteeseen, lopullinen hinta on täsmälleen yhtä suuri kuin nousevan hinnan avoimessa huutokaupassa. Empiirinen tutkimus näyttää tukevan tätä päätelmää suhteellisen hyvin (*tähän joku lähde*).

1.1.7. Yhteinen arvostus

Edellisissä tilanteissa on tarkasteltu tilannetta, jossa osallistujilla on henkilökohtainen arvostustaso huutokaupattaville hyödykkeille, joka poikkeaa muiden osallistujien arvostuksesta. Myös päinvastainen tilanne on mahdollinen tilanteessa, jossa todellinen toteutuva arvo, jonka hyödyke tuottaa on kaikille osallistujille sama huutokaupan jälkeen, mutta huutokaupan aikana tätä arvoa ei voida tietää varmasti. Tällöin arvostus perustuu tietoon, joka eri osallistujilla on hallussaan. Usein tosielämän tilanteet eivät ole täysin kumpiakaan, vaan jokaisen osallistujan arvostukseen vaikuttaa tekijöitä, jotka ovat kaikille osallistujille samanlaisia, mutta myös omilla tiedoilla tulevaisuuden käyttötarkoituksista ja hyödyistä on vaikutusta.

1.2. Yksinkertaisen tarkastelun rajoittavuus ja optimaalisen menetelmän valinta

Vaikka tuoton yhdensuuruuden periaate siihen viittaakin, ei huutokaupamenetelmän valinta todellisuudessa ole merkityksetöntä. Käytännön elämässä taloustieteelle ominaiset oletukset ja ehdot eivät tavallisesti päde, erityisesti kun tarkasteltava tilanne on monimutkainen. Suuri osa huutokaupan teorian

kirjallisuudesta käsittelee niitä vaikutuksia, joita ehdoista joustamisella on odotettuihin lopputuloksiin, ja tekijöitä, jotka vaikuttavat toimijoiden päätöksiin. Seuraavaksi tarkastellaan näitä tekijöitä ja niiden vaikutusta, sekä niitä keinoja, joita huutokaupan järjestäjä voi hyödyntää maksimoidakseen omaa odotettua tuottoaan. (Klemperer 2000)

1.2.1. Riskin kaihtaminen

Riskiä kaihtava päätöksentekijä on toimija, joka odotetun tuoton maksimoimisen sijaan valitsee pienemmän odotetun tuoton välttääkseen lopputulokseen liittyvää vaihtelua, eli riskiä. Tällaista käytöstä kuvaa esimerkkinä tilanne jossa vaihtoehtoja on kaksi, joista toinen tuottaa varmasti 40 arvoisen tuoton, ja toinen taas 50% todennäköisyydellä 100 arvoisen tuoton. Rationaalinen päätöksentekijä valitsee jälkimmäisen, kun taas riskiä kaihtava toimija valitsee ensimmäisen vaihtoehdon.

Mikäli huutokaupan osallistujista osa on riskiä kaihtavia, vinouttaa tämä voiton yhdensuuruuden periaatetta. Tällaisessa tilanteessa osallistujien optimaalinen strategia toisen hinnan huutokaupoissa ei muutu, mutta riskiä kaihtavien tarjoajien kannattaa tarjota enemmän korkeimman hinnan huutokaupoissa, kuin rationaalisesti käyttäytyvien toimijoiden. Tilannetta voidaan kuvata lisäämällä odotusarvon laskukaavaan riskistä johtuva epämukavuustekijä Y , jonka kertoimena käytetään häviämisen todennäköisyyttä. Aikaisemmin kuvatussa tilanteessa optimaalinen käyttäytyminen korkeimman hinnan suljetussa huutokaupassa oli tarjota $0,5 \cdot \text{sisäinen arvostus}$, jolloin odotettu voitto on $0,5 \cdot 0,5 \cdot \text{sisäinen arvostus}$, mikäli oletetaan että muiden osallistujien arvostukset on johdettu tasaisesti jakaumasta $0 - 100$, ja kun omaa tarjousta laskee 10%, todennäköisyys voittaa laskee saman 10%. Kun odotetun voiton kaavaan lisätään epävarmuustekijä Y , on odotettu voitto: $0,5 \cdot 0,5 \cdot \text{sisäinen arvostus} - 0,5 \cdot Y$, siis pienempi kuin riskineutraalilla tarjoajalla. Kun riskiä kaihtava toimija nostaa omaa tarjoustaan, todennäköisyys että tarjous voittaa kasvaa ja samalla epävarmuustekijän vaikutus pienenee. Mitä suurempi Y on, sitä lähempänä sisäistä arvostusta optimaalinen strategia on riskiä kaihtavalle toimijalle.

Taloustieteilijöiden joukossa yleinen mielipide on, että suurin osa ihmisistä on joko rationaalisesti käyttäytyviä, tai riskiä kaihtavia. Tämä tarkoittaa, että keskimääräinen käyttäytyminen on riskiä kaihtavaa. Mikäli kaikki muut tekijät pysyvät muuttumattomina, on tällöin huutokaupan järjestäjän näkökulmasta aina optimaalista valita korkeimman hinnan huutokauppan menetelmä odotetun hyödyn maksimoimiseksi.

Mikäli taas myyjä on riskiä kaihtava, myös tässä tilanteessa edullisempaa valita korkeimman hinnan huutokauppan menetelmä. (Ks. Esim. Keith Waehrer, Ronald M Harstad, Michael H. Rothkopf, 1998)

1.2.2. Korrelaatio ja signaali

Korrelaatiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa osallistujien arvostukset eivät olekaan täysin toisistaan riippumattomia ja tasaisesti jakautuneita, vaan kaupattavassa hyödykkeessä on ominaisuuksia, jotka vaikuttavat kaikkien osallistujien arvostukseen. Tällöin ehto tasaisesta atomittomasta arvostuksen jakautumisesta ei päde.

Signaali taas tarkoittaa, että osallistujien toiminta vaikuttaa muiden osallistujien arvostukseen heidän signaloituaan omaa arvostustaan omilla tarjouksillaan tai muulla toiminnalla, jolloin syntyy vastaavanlainen ilmiö ja ehto tasaisesta arvostuksen jakautumisesta ei päde. Signaali on erityisen merkittävä ilmiö tilanteissa, joissa arvostus on yhteinen, mutta tieto todellisesta arvosta perustuu informaatioon, joka on toimijoiden hallussa ennen huutokauppaa.

Nousevan hinnan huutokaupat johtavat korkeampiin odotettuihin hintoihin kuin muut huutokauppan menetelmät, mikäli osallistujien tekemät tarjoukset signaloivat heidän yksityistä

informaatiotaan tarjottavan nimikkeen korkeammasta arvosta. Tällöin siis huutokaupattavan hyödykkeen arvo riippuu ainakin osittain osallistujien omaavasta informaatiosta, ja kun joku toimija tarjoaa enemmän, pääättelevät muut, että tällä toimijalla on informaatiota, jota heillä ei ole ja ohjaavat omaa arvostustaan ylöspäin. Tämä kuvailtu vaikutus on sitä voimakkaampaa, mitä enemmän osallistujia huutokauppaan osallistuu. Kyseinen tilanne kuvailee hyvin taajuushuutokauppoja, joissa taajuuden tulevaisuuden arvoon liittyy paljon odotuksia tulevaisuuden tuotoista ja teknologian kehityksestä. (ks. esim. Klemperer 2000)

Näihin vaikutuksiin palataan myöhemmin kappaleessa 3 taajuushuutokauppojen yhteydessä.

1.2.3. Osallistumisen kustannukset

Osallistumisen kustannuksiksi lasketaan suorien osallistumismaksujen lisäksi osallistumiseen ja valmistautumiseen vaadittava aika. Esimerkiksi mikäli huutokauppanen menetelmä on erityisen monimutkainen, tai kestää pitkään, joutuu osallistuva toimija käyttämään paljon resursseja huutokappaan osallistumiseen. Lisäksi joissain huutokaupoissa on asetettu puhdas osallistumismaksu, joka vaikuttaa mahdollisten osallistujien kannustimiin osallistua kilpailuun.

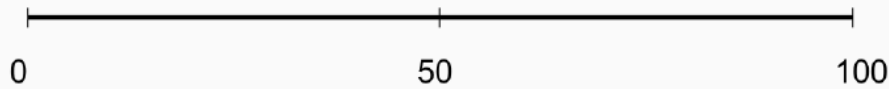
Erityisesti tilanteissa, joissa lähtökohtaisesti jollakin toimijalla on etulyöntiasema ja on todennäköistä, että tämä toimija tulee todennäköisesti voittamaan kilpailun, saattavat suuret osallistumisen kustannukset johtaa siihen, että heikommassa lähtötilanteessa olevat toimijat jättävät kokonaan osallistumatta huutokauppaan. Tällaisissa tilanteissa osallistumismaksu tai monimutkainen ja pitkäkestoinen huutokauppanen menetelmä saattaa suosia etulyöntiasemassa olevia toimijoita. Lisäksi se voi laskea kilpailijoiden määrää, joka pienentää järjestäjän odotettua tuottoa. Kilpailijoiden määrän lisääminen on keskeisimpiä keinoja parantaa järjestäjän ennakoasetelmaa.

Osallistumismaksun luomaa mekanismia voidaan ymmärtää paremmin, kun ajatellaan toimijaa, jonka todennäköisyys voittaa huutokauppa on pieni. Voittaessaan toimija ansaitsee hyvinvoinnin, joka on arvoltaan X , ja mikäli osallistumismaksuja ei ole, on osallistumisen odotetun tuoton laskukaava: todennäköisyys voittaa $\cdot X$. Mikäli kaavaan lisätään osallistumismaksu suuruudeltaan Y , on osallistumisen odotettu tuotto: todennäköisyys voittaa $\cdot X - Y$. Mikäli Y on suurempi kuin todennäköisyys voittaa $\cdot X$, on osallistumisen odotusarvo negatiivinen eikä toimijan kannata osallistua ollenkaan.

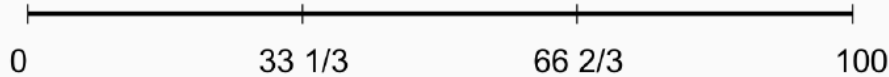
1.2.4 Kilpailijoiden määrä

Merkittävin yksittäinen keino kasvattaa huutokaupan järjestäjän odotettuja tuottoa, eli korkeaa myyntihintaa, on lisätä kilpailijoiden määrää. Tämä pätee kaikilla eri menetelmillä, kun oletetaan että osallistujien arvostukset johdetaan tasaisesta atomittomasta jakaumasta satunnaisesti. Mikäli osallistujia on 2 ja kohteita 1, ovat arvostukset keskimäärin 33,33 ja 66,66, ja hinnan odotusarvo on 33,33. Kun osallistujia tulee yksi lisää, ovat arvostukset keskimäärin 25, 50 ja 75, tällöin hinnan odotusarvo on 50. Sadalla osallistujalla odotettu hinta on 99.

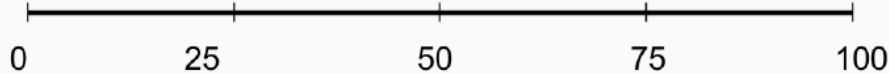
One bidder



Two bidders



Three bidders



2.3 osallistujaa.

Kilpailijoiden määrää voidaan lisätä esimerkiksi markkinoinnin keinoin, mutta myös luomalla huutokaupan säännöt sellaisiksi, joilla osallistumisen kustannukset ovat mahdollisimman pienet. Osallistumisen kustannuksien vaikutusta osallistumiseen kuvattiin aikaisemmin kohdassa 1.2.3. (Kishna 2009)

1.2.5 Lähtöhinta

Joissain tilanteissa oikein asetettu lähtöhinta voi kasvattaa odotettua myyntihintaa. Esimerkiksi kahden osallistujan esimerkissä lähtöhinta, joka asetetaan välille $33,33 - 66,66$ lisää järjestäjän ansaitsemaa myyntihintaa, joka olisi ilman lähtöhintaa $33,33$. Toisaalta jos lähtöhinta asetetaan suuremmaksi kuin $66,66$, kauppvoja ei synny, ja mikäli lähtöhinta on alle $33,33$ on se merkityksetön lopputuloksen kannalta.

Järjestäjän näkökulmasta lähtöhinnan asettaminen on järkevää erityisesti silloin, kun järjestäjällä on tietoa osallistujien arvostuksen tasosta.

1.2.6 Minimikorotukset

Minimikorotuksen asettaminen voi joissain tilanteissa johtaa korkeampaan myyntihintaan, mutta toisaalta joissain tapauksissa taas matalampaan myyntihintaan. Kahden osallistujan esimerkissä minimikorotuksen määrittäminen 1 suuruiseksi johtaa hintaan 33 tai 34, riippuen kumpi osallistujista tarjoaa 33. Tässä tilanteessa jos oletetaan että lopputulos määräytyy sattumanvaraisesti siten, että 50% todennäköisyydellä päädytään hintaan 33 ja 50% hintaan 34, on järjestäjän odotettu voitto $0,5 * 0,6666 - 0,5 * 0,3333 = 0,166635$ suurempi kuin ilman minimikorotusta.

Empiirisen tutkimuksen mukaan optimaalinen minimikorotus on suurempi kuin 0, eli järjestäjän kannattaisi valita minimikorotus. Toisaalta minimikorotuksen on nähty luovan osallistumisen esteen ja vähentävän osallistujien määrää tietyissä tilanteissa.

1.2.7 Kolluusio

Kolluusiksi kutsutaan tilannetta jossa huutokauppaan osallistuvat kilpailijat tekevät yhteistyötä pidättäytymällä kilpailemisesta, maksimoidakseen molempien osapuolien hyötyä. 2 osallistujan esimerkkitilanteessa tämä tarkoittaisi tilannetta jossa osallistuja jolla on korkeampi arvostus tuotteelle sopisi toisen osallistujan kanssa että tämä ei osallistu huutokauppaan ollenkaan, mutta korkeamman

arvostuksen osallistuja maksaa tästä hyvästä tälle korvauksen. Esimerkkitilanteessa kolluusion aiheuttama lopputulos voisi olla esimerkiksi myyntihinta joka olisi 1, jolloin suuremman arvostuksen omaava osallistuja ansaitsee hyödyn joka on $66,66 - 1 = 65,66$, josta hyvästä osallistuja maksaa toiselle kolluusion osapuolelle palkkion joka on jostain 1-33,33 väliltä. Tällöin osallistuvien kilpailijoiden yhteenlaskettu hyöty on 65,66 verrattuna kilpailtuun tilanteeseen jossa se olisi 33,33.

Järjestäjä voi minimoida erittäin vahingollisia kolluusion aiheuttamia vaikutuksia esimerkiksi asettamalla lähtöhinnan, tai suuren rangaistuksen paljastuneen kolluusion osapuolille. Myös suljettujen huutokauppan menetelmien käyttäminen vähentää kolluusion todennäköisyyttä, sillä se lisää kannustimia osapuolille rikkoa kolluusion sääntöjä. Nousevan hinnan avoimessa huutokaupassa kolluusion rikkomisen tulee toisen osapuolen tietoon välittömästi, kun tämä huomaa korkeamman tarjouksen, ja sääntöjä rikkonut osapuoli menettää hyödyn. Toinen osapuoli tulee tällöin korottamaan omaa tarjoustaan ja päädytään tasapainoon jossa hinta määräytyy toiseksi korkeimman arvostuksen mukaan. Avoimessa toisen hinnan huutokaupassa ei siis ole kannattavaa rikkoa kolluusiosopimusta. Toisaalta suljetun hinnan huutokaupassa tarjouksia tehdään vain yksi kierros, ja kolluusion rikkonut osapuoli voi mahdollisesti voittaa huutokaupan, joka loppuu välittömästi ensimmäisen tarjouskierroksen jälkeen. Suljettu huutokauppa siis kannustaa kolluusiosopimuksen rikkomiseen.

1.2.8 Usean kohteen huutokauppa

Usean kohteen huutokaupassa kilpaillaan samanaikaisesti useammasta identtisestä, tai toisiaan muistuttavista nimikkeistä. Osallistujat pyrkivät maksimoimaan omaa hyötyään tekemällä tarjouksia niistä nimikkeistä, jotka tuottavat heille suurimman odotetun hyödyn. Tavallisimmin käytetty usean kohteen huutokauppa toteutetaan nousevin hinnoin avoimena huutokauppana.

Usean kohteen huutokaupassa on keskeistä, onko huutokaupattavilla nimikkeillä kombinatorista hyötyä. Kombinatorinen hyöty tarkoittaa, että kahden nimikkeen arvo on yhdessä suurempi kuin niiden yksittäisinä tuottamien arvojen summa. Esimerkiksi jos kahta nimikettä voidaan hyödyntää tehokkaammin yhdessä, tai jos useamman nimikkeen hankkiminen vähentää kilpailua tulevaisuudessa ja mahdollistaa korkeamman hinnoittelun ja suuremmat voitot.

Osallistujien optimaalinen toiminta muistuttaa yksittäisen kohteen avointa huutokauppaa, sillä osallistujat tekevät tarjouksia eri kohteista niin kauan, kuin hinta on heidän henkilökohtaisen arvostustasonsa alapuolella. Kilpailun lopuksi huutokaupattavat nimikkeet päätyvät niille toimijoille, jotka arvostavat nimikkeitä eniten hinnalla, joka on yhtä suuri kuin toiseksi korkeimman arvostuksen omaavan kilpailijan arvostus. Tässä kuitenkin ottaen huomioon osallistujien budjettirajoitteet ja muut huutokaupan säännöt ja ehdot.

Taajuushuutokaupat on tavallisesti toteutettu usean kohteen avoimena, nousevan hinnan huutokauppana. (Ruotsalainen, 2015)

1.2.9 yhteenveto

Huutokauppan menetelmän valinta ei siis ole odotetun voiton yhdensuuruuden periaatteesta huolimatta merkityksetöntä, sillä useat reaalia maailmaan kuuluvat tekijät vaikuttavat omalta osaltaan odotettuihin lopputuloksiin.

Optimaalisen huutokauppan menetelmän valinta ei myöskään ole yksiselitteistä, vaikka järjestäjä osaisi ottaa huomioon eri tekijöiden vaikutukset, sillä eri tekijöiden vaikutukset voivat olla erisuuntaisia ja niiden suuruutta on erityisen vaikea arvioida täsmällisesti etukäteen. Tästä esimerkkinä riskin kaihtaminen ja signalointi, joista ensimmäinen tukee suljetun korkeimman hinnan huutokauppan menetelmän käyttämistä järjestäjän hyödyn maksimoinnissa, mutta toisaalta sulkee pois hintaan positiivisesti vaikuttavat

signalointiefektit, joita ei pääse tapahtumaan, kun kilpailijat näkevät toistensa arvostustason vasta kun voittaja on määritelty.

Seuraavaksi perehdytään tarkemmin toteutettuihin taajuushuutokauppoihin Suomessa, ja tarkastellaan niiden tuloksia ja käytettyjä menetelmiä.

Osa 2

2. Radiotaajuudet

Taajuudella ilmaistaan radiosignaalin tapahtuvien värähdysten määrää tietyssä ajassa. Tämän tutkielman yhteydessä eri taajuuksien fysikaalisten ominaisuuksien yksityiskohtainen läpikäyminen ei ole tarpeen eikä mahdollista, mutta asiakokonaisuuden ymmärtämisen ja tarkastelun mielekkyyden vuoksi yksinkertaisten periaatteiden esittely kuuluu asiaan.

Erilaiset elektroniset laitteet viestivät toisilleen lähettämällä radiosignaaleja, käyttäen tietyn suuruisia taajuuksia. Esimerkiksi suomessa radiot käyttävät taajuuksia väliltä 87 ja 108 MHz (WIKIPEDIA), niiden lähettämien signaalien värähtelynopeus on siis tältä väliltä. Jos kaksi eri laitetta lähettävät signaalin käyttäen samaa taajuutta, sekoittuvat niiden lähettämät viestit keskenään ja viestin funktio saattaa jäädä toteutumatta. Tämä ilmiö on sitä voimakkaampi, mitä lähempänä lähettimet ovat toisiaan fyysisesti ja mitä voimakkaampia niiden signaalit ovat. 1Hz tarkoittaa, että värähdyksiä tapahtuu 1 kpl sekunnissa.

Viestintäministeriö kuvailee ilmiötä vertaamalla eri taajuuksia pianon koskettimiin, joissa jokainen kosketin kuvastaa omaa taajuuttaan. Koska pianon koskettimia on rajallinen määrä, on käytön koordinoiminen tietyille taajuuksille tarpeen toimivan radioviestinnän mahdollistamiseksi. Selventävänä ajatuksena eri taajuudet voidaan ajatella kaistoiksi, joita pitkin viestit etenevät, ja joille mahtuu vain tietty määrä viestejä kerrallaan.

Radiotaajuuksia voidaan siis pitää niukkana luonnonvarana, kuten maata tai työvoimaa. Tämän ajatuksen esitti ensimmäisen kerran Ronald Coase vuonna 1959 (Wikipedia). Hänen mukaansa oikeudet radiotaajuuksien käyttöön pitäisi allokoida toimijoiden kesken siten, että niitä käytetään mahdollisimman tehokkaasti. Tähän asti taajuuksien käyttöä ei rajoitettu. Coase palkittiin myöhemmin työstään Nobel -palkinnolla.

2.1. Uuden sukupolven radiotaajuudet

3G, 4G ja 5G lyhenteillä viitataan kolmannen, neljännen ja viidennen sukupolven langattomiin verkkoihin. Tällä hetkellä nämä verkot hyödyntävät taajuuksia, joiden värähdysnopeus on väliltä 900 MHz ja 3500 MH. Tiedyt taajuudet tältä väliltä on jaettu eri toimijoiden käyttöön, jotka käyttävät taajuuksia nykyaikaisen matkapuhelinverkon ylläpitämiseen.

Yhteiskunnan kannalta optimaalinen tilanne saavutetaan, kun oikeudet taajuuksien käyttöön myönnetään niille toimijoille, jotka tuottavat palveluita kaikista tehokkaimmin, kehittäen teknologiaa ja lisäten yhteiskunnan hyvinvointia. Tilannetta jossa oikeudet jaetaan tällaisille toimijoille, kutsutaan tehokkaaksi allokaatioksi. Tehokkaaseen allokaatioon on pyritty toteuttamalla oikeuksien jakaminen huutokaupan keinoilla.

2.2 Taajuushuutokaupan historia

Radiotaajuuksia on huutokaupattu Yhdysvalloissa alkaen vuodesta 1994. Ensimmäisen kerran kolmannen sukupolven mobiilitaajuuskaistoja huutokaupattiin Britanniassa vuonna 2000, jolloin valtio keräsi huppeat 34\$ miljardia. Tästä rohkaistuneena, useat valtiot ovat tämän jälkeen kopioineet menetelmän, ja soveltaneet sitä oman alueensa radiotaajuusoikeuksien allokoimiseen, ja varojen keräämiseen vaihtelevalla menestyksellä. Tällä hetkellä taajuushuutokauppoja on toteutettu jo 30 maassa. (WIKI) Ennen huutokauppamenetelmien hyödyntämistä, taajuuksien allokointiin käytettiin niin sanottuja ”kauneuskilpailuja”, joissa valtio yksinkertaisesti jakoi oikeudet niille toimijoille, joiden se uskoo käyttävän taajuuksia yhteiskunnallista hyötyä eniten lisäävällä tavalla. Tämä menetelmä on edelleen käytössä useimmissa maissa.

Huutokauppaamismenetelmän toimivuutta ja tarkoituksenmukaisuutta on myös kyseenalaistettu. Sitä on pidetty tarpeettomana, ja epärealistisena rahastuksena, sillä eihän taajuuksien tuottaminen maksa mitään. Kuten odottaa saattaa, näitä vastalauseita on esitetty lähinnä toimialalla toimivien, ja heidän puolestaan lobbaavien tahojen toimesta, mutta myös poliittiset tahot muun muassa Suomessa pitävät toimialan yritysten rahastamista huonona ajatuksena, sillä toimialaa pidetään tärkeänä Suomen kansantalouden kehitykselle. Huutokauppaamismenetelmän on sanottu muun muassa nostavan kuluttajahintoja, ja olevan jälleen yksi epärealistinen keino kerätä valtiolle lisää rahaa suoraan radiotaajuuksia käyttäviltä yrityksiltä. Lisäksi on väitetty, että radiotaajuuksien käyttöoikeuksista veloittaminen johtaa pienempiin innovaatiotoimintaan kohdistuviin budjetteihin, jonka taas nähdään hidastavan taloutta ja kehitystä.

Näiden väitteiden oikeellisuutta ja paikkaansa pitävyyttä käsittelemme yhdessä poliittisten tavoitteiden kanssa myöhemmin kappaleessa 2.7. Tämän työn pääasiallinen sisältö keskittyy tarkastelemaan Suomessa käytössä olleita taajuushuutokauppamenetelmiä ja niiden toimintaa taloustieteen teorian pohjalta. Jääkööt poliittiset päätökset muiden tehtäviksi, perustuivat ne yleisesti hyväksytyn taloustieteen ymmärrykseen tai eivät.

2.3 Taajuushuutokaupat suomessa

Suomessa taajuushuutokauppoja on järjestetty yhteensä 4 kertaa, ensimmäinen vuonna 2009 ja viimeisin loppuvuodesta 2018. Yhteensä 4 kerran aikana valtio on kerännyt tuloja 273 miljoonaa euroa. Kun lukua vertaa suoraan Yhdysvaltojen ja Ison-Britannian tuottoihin, on tärkeää ottaa huomioon valtioiden erot väkiluvun osalta. Kuitenkin myös väkiluvulle jaettu tuotto on eri suuruusluokkaa, sillä Britanniassa taajuushuutokaupoista saatu tuotto on 11,34 kertainen verrattuna Suomen vastaavaan. On todennäköistä, että Britit eivät maksa 11 kertaista hintaa puhelinyhteyksistään, ja Suomessa toteutuneiden taajuushuutokauppojen hinnanmuodostuminen ei ole ollut tehokasta.

Huutokauppojen eteneminen on ollut erityisen tapahtumarikasta, sillä mukaan mahtuu muun muassa erittäin suuria pettymyksiä, kaikkien aikojen pisimpään kestänyt huutokauppa, sääntömuutoksia ja joitakin onnistumisen tapaisia.

2.4 Suomen ensimmäinen taajuushuutokauppa

Suomen ensimmäinen taajuushuutokauppa järjestettiin marraskuussa 2009. Tällöin huutokaupattiin neljännen sukupolven taajuuksia väliltä 2500 MHz ja 2690 MHz, ja käyttöoikeuden saannin ehtona oli että taajuusaluetta käytetään matkaviestinkäyttöön.

Huutokauppamenetelmän käyttöönottoa perusteltiin hallituksen käynnistämällä ”sata megaa kaikille” hankkeella, jonka tavoitteena oli järjestää nopeat verkkoyhteydet 99% suomalaisista. Hankkeen arvioitiin

tässä vaiheessa kustantavan hallitukselle yhteensä noin 66 miljoonaa euroa, ja hanke pyrittiin rahoittamaan täysin toteutettavasta huutokaupasta saatavista tuloista. Huutokaupan tavoite oli siis kerätä 66 miljoonaa euroa, mutta viestintäministeriä arvioi, että tulot asettuisivat 30 – 230 miljoonan euron välille. Arviota perusteltiin Ruotsin ja Norjan toteuttamilla vastaavilla huutokaupoilla, joista tarkat arviot johdettiin. Norjassa huutokauppa tuotti 30 miljoonaa ja Ruotsissa 230 miljoonaa. Suomen arvioitiin olevan tästä väliltä. Vaikka huutokaupalla oli selkeä rahallinen tavoite, ei huutokauppaamisen tärkeimpänä perusteena pidetty rahastusta, vaan sen avulla haluttiin allokoida taajuudet niiden toimijoiden käyttöön, jotka käyttäisivät ne tehokkaimmin hyödykseen, ja kehittäisivät teknologioita yhteiskuntaa hyödyttävällä tavalla.

Suomessa huutokauppan menetelmien hyödyntäminen taajuuksien jakamiseen aloitettiin siis verrattain myöhässä. Huutokaupan sääntöjen suunnittelussa hyödynnettiin kokemuksia muualla toteutetuista huutokaupoista, sekä konsultointiyritys ERA Economic Consultingin apua, joka valittiin kilpailutuksella halvimman tarjouksen perusteella.

2.4.1 Ensimmäisen taajuushuutokaupan säännöt

Vuoden 2009 taajuushuutokauppa järjestettiin usean kohteen yhdenaikaisena, nousevan hinnan, ja usean kierroksen tarjouskilpailuna.

Käytännössä huutokauppa koostuu useista peräkkäin toteutetuista tarjouskierroksista, joiden aikana osallistujat voivat tehdä tarjouksia monesta kohteesta samanaikaisesti.

Kohteille on alussa nimetty lähtöhinta, josta tarjousten korottaminen aloitetaan. Suurin mahdollinen ja pienin mahdollinen korotus on määritelty.

Tarjouskierroksen kesto on ennalta määritelty, ja tarjoukset on jätettävä ennen kuin aika loppuu.

Tarjouskilpailu päättyy, kun yhtäkään voimassaolevaa tarjousta ei koroteta, kuitenkin niin, että kaikilla osallistujilla on oikeus jättää tietty määrä kierroksia välistä.

Osallistujilta peritään 50 000 Eur osallistumismaksu (LVM 7.9.2009)

Tarjolla on yhteensä 14 kappaletta 2*5 MHz taajuuskaistaparia, ja yhdelle kilpailijalle voidaan myöntää maksimissaan 50MHz alue, eli yhteensä 5 kpl. (LVM 7.9.2009). Nämä taajuudet olivat niin sanottuja symmetrisiä FDD taajuuksia, jotka sopivat erityisesti mobiilioperaattoreiden käyttöön. Lisäksi huutokaupassa oli kohteena yksi epäsymmetrinen TDD taajuus, joka sopii paremmin internetin ja raskaan tiedonsiirron käyttöön. Mobiilioperaattoreille molempien yhteyksien käyttäminen on teknisten resurssien vaatimusten johdosta kallista. (Anssi Kukkonen, Tarja Kettunen).

2.4.2 Osallistujien insentiivit

Huutokauppaan odotettiin osallistuvan pääosassa suurimmat puhelinoperaattorit suomessa, joita oli kolme kappaletta. Kaikkien osallistujien tavoite on tietenkin saada mahdollisimman suuri taajuuskaista-alue mahdollisimman halvalla. Taajuuskaistan sijainnilla muiden taajuuskaistojen suhteen on hieman merkitystä, sillä jaossa olevien taajuuskaistojen keskimäinen alue (esimerkkinä 1-90 alueelta alue 31-60) tarjoaa selkeimmän ja virheettömimmän yhteyden. On siis oletettavaa, että keskimmaisesta alueesta käydään kovempaa kilpailua.

Näiden kolmen osallistujan lisäksi huutokauppaan osallistui Finnetin edustajana Pirkan Verkko, joka on tietoliikennetoimialalla toimivien yritysten liitto, sekä Wimax Financial Limited sijoitusyhtiö. Pirkan verkko sekä Wimax Financial Limited, tavoittelivat ensisijaisesti tarjolla olevaa TDD verkkoa, jota kutsutaan myös Wimax verkoksi sen erilaisten ominaisuuksien takia.

2.4.3 Huutokaupan lopputulos

Taajuushuutokauppa kesti yhteensä 5 päivää, joiden aikana ehdittiin käydä 27 kierrosta.

Taajuusalueet jaettiin neljälle toimijalle seuraavasti:

Toimija	Taajuuden laatu	Taajuuden koko	Hinta
Elisa	FDD	50 MHz	834700
TeliaSonera	FDD	50 MHz	819200
DNA	FDD	40 MHz	675700
Pirkanmaan Verkko	TDD		1468200
Yhteensä			3797800

3. Ensimmäisen taajuushuutokaupan tulokset, (LVM).

Valtio keräsi huutokaupoilla yhteensä ~3,8 miljoonaa euroa, joten kovin lähelle rahallisia tavoitteita ei siis päästy. Rahallisten tavoitteiden lisäksi, huutokaupalla pyrittiin allokoimaan taajuudet niille toimijoille, jotka käyttävät niitä kaikkein tehokkaimmin. Tämän tavoitteen voidaan nähdä toteutuneen hyvin rajoittuneesti, sillä Elisa ja Telia Sonera saivat kyllä suuremmat taajuusalueet käyttöönsä, mutta merkittävää eroa ”kauneuskilpailun” tuottamaan lopputulokseen tuskin syntyi, johtuen rajoitteista kaistojen enimmäismäärän suhteen.

2.4.4 Huutokaupamenetelmän analyysi

Miksi siis päädyttiin tilanteeseen, jossa lähes mihinkään projektin tavoitteisiin ei päästy? Alhaista hintaa on perusteltu muun muassa huonoilla talouden näkymillä yleisesti, mutta hyvin nopeasti sääntöihin perehtymällä huomataan, että kilpailu operaattoreiden käyttämistä FDD taajuuksista oli käytännössä olematonta. Jaossa oli 14 taajuusparia, ja kolmen kilpailuun osallistuneen toimijan sääntöjen sallima maksimimäärä taajuuspareja oli 15, yksi kilpailija joutuu siis tyytymään 4 taajuuspariin, eli hieman huonompaan kilpailuasetelmaan. TDD taajuuksien osalta kilpailua oli selvästi merkittävämmän, sillä kaksi osallistujaa kilpaili yhdestä taajuudesta.

Huutokaupamenetelmä, jota Suomessa käytettiin vuonna 2009, on lähes suoraan kopioitu mm Ruotsissa, Britanniassa ja Yhdysvalloissa menestystä tuottaneista menetelmistä. Huutokauppaa suunniteltaessa ei kuitenkaan osattu ottaa huomioon ympäristöjen eroavaisuutta, erityisesti kilpailun määrän näkökulmasta. Tähän samaan virheeseen sorruttiin jo 2000 luvun alussa useissa Euroopan maissa, mm Italiassa ja Espanjassa (Kempner 2000). Tästä ei kuitenkaan osattu oppia, vaan samaa menetelmää yritettiin soveltaa Suomeen ymmärtämättä kilpailun ja huutokaupan yhteyttä.

On myös mahdollista, että tarkoituksenakin oli järjestää kauneuskilpailuja muistuttava, lähinnä nimellinen kilpailutilanne taajuusoikeuksista. Kuitenkin julkisuuteen etukäteen ilmoitetut tavoitteet viittaavat muuhun.

On tärkeää ottaa huomioon, että Suomen valtiolla on jo valmiiksi rajoittuneessa kilpailutilanteessa insentiivi estää mahdollisen monopoliaseman kehittymistä, tästä syystä oikeuksien määrän rajoittaminen on jossain määrin välttämätöntä.

2.5 Suomen toinen taajuushuutokauppa

Suomen toinen taajuushuutokauppa aloitettiin 24.1.2013, ja kaupattavina kohteina oli 6 FDD taajuuskaistaparia. Tämänkertaisen huutokaupan lähtöasetelmat olivat hieman erilaiset kuin 2009 vuonna toteutetussa.

2.5.1 Huutokaupan säännöt

Huutokaupattavien kohteiden määrä, sekä osallistujien rajoitteet oli tällä kertaa suunniteltu siten, että kilpailulle annetaan enemmän tilaa. Yhden toimijan tavoitettavissa oli kuudesta taajuuskaistaparista kolme kappaletta, mahdollistaen tilanteen jossa 2 toimijaa saavat haltuunsa koko taajuusalueen. Teoriassa mahdollista oli myös lopputulos, jossa jokainen toimija saa haltuunsa ainoastaan yhden kaistaparin, ja taajuudella on lopulta 6 toimijaa.

Edelliskerrasta poiketen, järjestäjät olivat asettaneet taajuuksille huomattavasti korkeammat lähtöhinnat kuin aikaisemmin, jotka olivat 16,67 miljoonaa euroa per kaistapari.

Lisäksi taajuuksien ostajille asetettiin tiukat peittovaatimukset, joilla pyrittiin varmistamaan lähes koko maan kattava nopea verkkoyhteys.

Muuten huutokauppa toteutettiin samoilla säännöillä kuin aikaisemminkin, toisin sanoen nousevana, korkeimman hinnan, usean kohteen avoimena huutokappana.

2.5.2 Osallistujien insentiivit

Tällä kertaa osallistujilla oli mahdollisuus hankkia merkittävä kilpailuetu toisiinsa nähden. Osallistujiksi odotettiin jälleen samoja kolmea yritystä, jotka olivat jakaneet FDD taajuudet edellisellä kerralla. Edelleen osallistajat pyrkivät ostamaan haluamansa taajuudet mahdollisimman pieneen hintaan, mieluiten taajuusalueen keskimmäiset taajuuskaistat, joissa yhteys ja toimintavarmuus on siis parempi.

2.5.3 Huutokaupan eteneminen

Vaikka huutokaupan säännöt olivat samat kuin vuonna 2009, jotka tällöin toimivat moitteetta, tuottivat ne toisella kertaa huomattavia ongelmia. Huutokaupan osallistajat löysivät säännöistä ”porsaanreiän”, joka johti tilanteeseen, jossa osallistajat pystyivät vaihtamaan tarjoustaan vapaasti taajuuskaistalta toiselle, palauttaen edellisen taajuuskaistan hinnan lähtötasolle.

Vaikka säännöissä oli myös edellisellä kerralla sama mahdollisuus, ei sitä tällöin Hyödynnetty. Ilmeisesti osallistajat olivat silloin vähemmän perehtyneitä mahdollisiin strategioihin, tai niin tyytyväisiä hintoihin, ettei aggressiiviseen kilpailuun ollut tarvetta. Olivatpa syyt mitä tahansa, tämä virhe sääntöjen suunnittelussa johti ennen näkemättömän pitkään kilpailuun, jossa huutokauppaa käytiin 24.1.2013 – 4.9.2013 välinen aika, jonka jälkeen huutokauppa keskeytettiin sääntöjen korjaamista varten.

Huutokauppaa aloitettiin uudestaan uusilla säännöillä, ja toisella kertaa se saatiin nopeasti päätökseen. 30.10.2013 päättynyt huutokauppa kesti yli 8 kuukautta, ja lopulta taajuudet jaettiin kolmen toimijan kesken, joista kukin sai hankittua itselleen 2 taajuuskaistaparia. Yhteishinnaksi muodostui noin 108 miljoonaa euroa, joka ylitti lähtöhinnan ja minimitavoitteen 8 miljoonalla.

Toimija	Taajuuden nimi	Taajuus	Hinta
Elisa	FDD6	816-821/ 857-862 MHz	16670000
Elisa	FDD5	811-816/ 852-857 MHz	16670000
TeliaSonera	FDD4	806-811/ 847-852 MHz	22200000
TeliaSonera	FDD3	801-806/ 842-847 MHz	18900000
DNA	FDD2	796-801/ 837-842 MHz	16670000
DNA	FDD1	791-796/ 832-837 MHz	16900000
Yhteensä			108010000

4. Toisen taajuushuutokaupan tulokset (LVM)

Kuten taulukosta voidaan lukea, suurimmat summat maksettiin taajuusalueen keskellä olevista taajuuspareista.

Jos jätetään huomioimatta suunnitteluvirheet huutokaupan ensimmäisessä osiossa, oli 2013 vuoden taajuushuutokauppa huomattavasti onnistuneempi kuin edeltäjänsä.

2.5.4 Huutokauppamenetelmän analyysi

Vaikka rahallisesti mitattuna vuoden 2013 huutokauppa oli huomattavasti menestyksekkäämpi kuin vuoden 2009, ei sen suunnittelusta voida jakaa suurta kiitosta.

Kuten taulukosta (kuvio 4) voidaan nähdä, olivat tämänkertaisten korkeiden hintojen takana pääasiassa huomattavasti korkeammat lähtöhinnat. Kolme kuudesta taajuudesta hankittiin lähtöhinnalla, ja ainoastaan keskimmäisten, siis parhaiden taajuuksien välillä käytiin kilpailua.

Tälläkin kertaa kilpailu käytiin kolmen toimijan välillä. Pienempien kilpailijoiden osallistumisen houkuttimet poistettiin tehokkaasti jo ennen huutokaupan alkamista, sillä jo edellisellä kerralla käytetyn 50 000 euron osallistumismaksun lisäksi taajuuksien ostajille asetettiin tiukat vaatimukset niiden käytöstä, mikä käytännössä poisti mahdollisuuden pienemmiltä toimijoilta osallistua huutokauppaan. Näiden tekijöiden lisäksi korkeat lähtöhinnat nostavat kynnystä heikommilta toimijoilta osallistua huutokauppaan, jossa menestyminen on jo valmiiksi epätodennäköistä.

Vaikka 2013 vuoden huutokauppa onnistui edeltäjänsä paremmin, ei sen lopputulos muuttunut suuresti tilanteesta, jossa taajuuskaistojen osto-oikeudet oltaisiin jaettu kolmen suurimman kesken valittuun hintaan. Nyt kilpailu käytiin keskimmaisista taajuuskaistoista, joista jouduttiin maksamaan hiukan enemmän.

Tämänkertaisella taajuushuutokaupalla oli 2 tavoitetta ylitse muiden. Sen tarkoituksena oli ensisijaisesti varmistaa nopeat laajakaistayhteydet 99% suomalaisista. Toinen tavoite oli hankkia riittävän suuret tulot, jotta tämän tavoitteen saavuttamiseksi vaaditut investoinnit pystytään toteuttamaan. Kolmas tavoite, tosin vähemmälle huomiolle tällä kertaa jäänyt, on jakaa taajuuskaistat siten, että niihin liittyvä teknologia kehittyi mahdollisimman nopeasti.

2.6 Suomen kolmas taajuushuutokauppa

Suomen historian kolmas taajuushuutokauppa loppui 24.11.2016. Huutokaupassa kaupattiin yhteensä 6 kpl taajuuskaistapareja, jotka myönnettiin tällä kertaa 17 vuoden ajaksi. Tarjolla olleet taajuusparit toimivat vuonna 2013 kaupattujen taajuuksien toimintaa tukevin taajuuksina, oletettavissa siis oli kilpailu niiden toimijoiden kesken, jotka ostivat taajuuksia edellisellä kerralla.

2.6.1 Taajuushuutokaupan säännöt

Vuonna 2016 järjestetyn huutokaupan säännöt olivat samat kuin vuonna 2013 järjestetyn huutokaupan parannellut säännöt, joista oltiin poistettu pitkittymistä aiheuttava suunnitteluvirhe. Asetelmaa muutti ainoastaan yksittäisen yrityksen taajuusparien maksimimäärän pudottaminen kolmesta kahteen, pitäen samaan aikaan jaettavien taajuuksien kokonaismäärän samana.

Taajuusparien lähtöhinta asetettiin 11 miljoonaan euroon.

2.6.2 Taajuushuutokaupan eteneminen

Vuoden 2016 taajuushuutokauppa oli nopeasti ohi, sillä lopputulokseen päästiin yhden päivän aikana. Taulukossa (kuvio 5) on kuvattu huutokaupan lopputulos.

Toimija	Taajuuden nimi	Hinta
Elisa	FDD4	11000000
Elisa	FDD3	11000000
TeliaSonera	FDD6	11330000
TeliaSonera	FDD5	11000000
DNA	FDD2	11000000
DNA	FDD1	11000000
Yhteensä		66330000

5.Kolmannen taajuushuutokaupan tulokset, (LVM).

Kuten taulukosta voidaan lukea, korottavia tarjouksia tehtiin yksi kappale, jonka suoritti TeliaSonera taajuudesta FDD6.

3.5.3 Huutokaupan analyysi

Tämänkertaista huutokauppaa ei voida perustellusti kutsua huutokaupaksi. Kuten vuoden 2013 huutokaupassa, myös tällä kertaa säännöt sulkivat tehokkaasti ulkopuolelle heikommassa asemassa olevat toimijat, muun muassa korkeiden peittovaatimusten, osallistumismaksun ja korkean lähtöhinnan takia. Lisäksi tämänkertaiseen huutokauppaan olennaisesti kuulunut olosuhde, jossa uusien jaettavien taajuuskaistojen hyödyntäminen on huomattavasti kannattavampaa niille toimijoille, joilla on aikaisemmista huutokaupoista hankittuja taajuuksia, vähensi muiden osallistujien houkuttimia osallistua kilpailuun.

Taajuusparien maksimimäärän alentaminen kolmesta kaistaparista kahteen, eliminoi käytännössä kaiken kilpailun kolmen mahdollisen osallistujan väliltä.

Näiden tekijöiden valossa vuoden 2016 ”taajuushuutokauppaa” voidaan pitää huutokaupan nimellä pidettynä kauneuskilpailuna, jossa valtio määritteli hinnan jolla se luovuttaa taajuuskaistaparit kolmen suurimman toimijan käyttöön.

3.6 Suomen neljäs taajuushuutokauppa

Suomen neljäs ja toistaiseksi viimeinen taajuushuutokauppa käynnistyi 26.9.2018, ja päättyi 1.10.2018. Tämänkertaisessa huutokaupassa kaupattiin luvat kolmelle taajuuskaistalle, joista yksi toimija sai korkeintaan hankkia käyttöönsä yhden taajuuskaistan. (Vertaa aikaisempaan 6 ja 2)

Kaupattavat taajuudet sopivat erityisesti 5G teknologiaa käyttävien toimijoiden tarpeisiin, joiden osalta Suomi olikin ensimmäinen valtio, joka tälle teknologialle sopivia taajuuksia myönsi.

3.6.1 Huutokaupan säännöt

Tämänkertaisen taajuushuutokaupan ero aikaisempiin verrattuna oli se, että taajuuksien välillä oli jo lähtö hinnassa huomioituja teknisiä eroja, joiden perustella toiset taajuuksista olivat arvokkaampia kuin toiset. Lähtöhinnat olivat tästä johtuen 21 tai 23 miljoonaa euroa.

Lisäksi aikaisemmasta poiketen huutokaupan osallistumismaksu oli laskettu 40 000 euroon, ja vaatimuksia verkon kattavuuteen liittyen on kevennetty verrattuna 2013 vuoden 95-99% vaatimuksiin, jotka olivat näiden taajuuksien osalta 35%. Toisaalta vaatimuksia tiukennettiin koskien viranomais- ja koulutuskäyttöön luovutettavien yhteyksien osalta, joita tulevat luvanhaltijat ovat velvoitettuja tarjoamaan.

Muilta osin huutokauppa toteutettiin kuten tähänastiset, monen kohteen korkeimman hinnan avoimena huutokauppana.

3.6.2 Huutokaupan eteneminen

Huutokaupan toteuttaminen kesti yhteensä 5 vuorokautta. Tämän jälkeen taajuusoikeudet jaettiin seuraavasti:

Toimija	Taajuus	Hinta
Telia Finland Oyj	3410 - 3540 MHz	30258000
Elisa Oyj	3540 - 3670 MHz	26347000
DNA Oyj	3670 - 3800 MHz	21000000
Yhteensä		77605000

6.Neljannen taajuushuutokaupan tulokset, (LVM).

Kuten taulukosta (kuvio 6) nähdään, vuoden 2018 huutokaupassa kilpailua käytiin samojen kolmen toimijan välillä kuin jokaisella kerralla tähän asti. Taajuuskaistoista yksi myytiin lähtöhinnalla 21 miljoonaa, ja kaksi muuta selvästi korkeammalla hinnalla. Korkeimmalle hinta nousi pienimmän taajuuden osalta, jonka lähtöhintakin oli muita taajuuksia 2 miljoonaa korkeampi.

3.6.3 Huutokauppamenetelmän analyysi

Vuoden 2018 taajuushuutokaupan osalta lähtökohdat olivat hyvin pitkälle samat, kuin muissa aikaisemmin järjestetyissä huutokaupoissa. Kolmen suurimman toimijan odotettiin lähes varmasti voittavan kaikki jaossa olevat käyttöoikeudet, tällä kertaa kilpailtiin ainoastaan siitä, kuka saisi käyttöönsä teknisesti arvokkaimmat yhteydet. Vaikka osallistumismaksua oltiinkin laskettu kymmenellä tuhannella eurolla, ei tämän muutoksen takana kuitenkaan nähtävästi ollut pyrkimys useampien kilpailijoiden mukaan houkuttelemiseen, vaan lähinnä pienempi summa vastasi paremmin lyhyemmiksi muodostuneiden huutokauppojen järjestämisen kustannuksia.

Tämänkertaisessa huutokaupassa kilpailtiin siis alhaisimpien taajuuksien käyttöoikeuksista, ja tämän oikeuden hinta muodostuikin merkittävästi korkeammaksi kuin muiden taajuuksien. Seuraava kamppailu käytiin toiseksi matalimman taajuuden hallinnasta, ja viimeisen eli korkeimman taajuusoikeuden käyttöönsä sai viimeinen ilman jäänyt ”kilpailija”, joka sai lunastaa taajuuden lähtöhinnalla.

Vaikka taajuuksien huutokauppaamisen perimmäinen tarkoitus on selvittää niukan resurssin arvo sitä hyödyntäville toimijoille, ja veloittaa arvoa vastaava hinta, ei tämänkään kertaisten huutokaupan todellisuudessa tavoitteena voida pitää tämän tavoitteen toteutumista. Todellisuudessa huutokauppa selvitti lähinnä kuinka paljon arvokkaampia paremmilla teknologisilla ominaisuuksilla varustetut taajuudet ovat verrattuna muihin taajuuksiin, sillä jokaisella varteenotettavalla osallistujalla oli kuitenkin tiedossaan huutokauppaan lähtiessään, että ainakin joku taajuuksista tulisi myös hänen käyttöönsä.

3.7 Huutokauppamenetelmän toimivuus Suomessa

Yhteensä Suomessa on siis järjestetty taajuushuutokauppoja 4 kertaa, joiden aikana on kerätty yhteensä 255,743 miljoonaa euroa. Kun tätä summaa vertaa esimerkiksi Britanniassa tai Yhdysvalloissa kerättyihin summiin, on perusteltua pitää tähänastista huutokauppamenestystä heikkona ainakin tällä mittarilla arvioituna.

Suomessa toteutetut taajuushuutokaupat muistuttavatkin läheisesti perinteisiä kauneuskilpailuja, sillä hinnat ovat lähellä lähtöhintoja, ja tiukkojen sääntöjen johdosta taajuudet jakaantuvat toimijoiden välille lähes kristillisesti tasan.

3.7.1 Suurimmat ongelmat

Suomen taajuushuutokauppojen suurin yksittäinen ongelma on kilpailijoiden vähäinen määrä. Käytännössä jokainen FDD taajuus yhdeksänvuotisen historian aikana on myönnetty jollekin kolmesta, DNA, Elisa tai TeliaSonera. Osallistujien vähäinen määrä yhdistettynä kilpailupoliittisiin tavoitteisiin hallitsevien markkina-

asemien välttämisestä johtaa tilanteeseen, jossa tehokkaalle hinnanmuodostumiselle elintärkeää kilpailua ei pääse muodostumaan.

Toinen merkittävä hinnanmuodostusta rajoittava tekijä ovat sääntöjen ja pelin suunnittelu, joiden osalta joko tavoitteet ovat väärät, tai ymmärrys vaikutuksista on liian huonolla tasolla. Tällä hetkellä käytössä olevat säännöt eliminoivat tehokkaasti osallistujien määrän lisääntymisen, mutta myös kolmen suurimman toimijan välinen kilpailu on minimoitu. Kilpailua käydään lähinnä hyvin pienestä markkinaedusta, joka näkyy pieninä korotuksina lähtöhintoihin.

Tilanne ei tietenkään haittaa jo alalla toimivia yrityksiä, joiden asemaa tämänhetkinen järjestelmä suojaa. Kilpailun ei odoteta lisääntyvän uusien tulokkaiden toimesta, ja huutokauppaoikeuksien hinta pysyy matalana, kun niistä ei tarvitse kilpailla. Tätä päätelmää tukee erityisen hyvin alan kolmen suurimman toimijan edustajien kommentit, ja niistä paistava tyytyväisyys nykytilanteeseen. Tästä esimerkkinä vuoden 2016 huutokauppaan liittyvä kommentti: ”meille tämänkaltainen kauneuskilpailu sopii oikein hyvin” -Jukka Leinonen, Toimitusjohtaja DNA.

Nämä tekijät johtavat siihen, että taajuuksien hinta muodostuu lähes yksinomaan lähtöhinnoista. Julkisten lausuntojen perusteella lähtöhinnat on määriteltty siten, että niillä katetaan ne investoinnit, joilla turvataan taajuuksien käyttöönottoa alueilla, joille markkinaperusteisesti ei muutoin investoita.

3.7.2 Poliittiset päätökset

Suomessa taajuushuutokauppojen järjestäminen nähdään poliittisena ongelmana, sillä myös politiikantekijät ovat kyseenalaistaneet valtion oikeuden veloittaa taajuusalueita hyödyntäviä yrityksiä niin paljon kuin pystyvät. Taajuuksista veloitettavien maksujen on väitetty vähentävän investointeja toimialalle, joka nähdään Suomen kansantalouden tulevaisuudelle tärkeänä. Lisäksi on väitetty, että korkeat hinnat taajuusoikeuksille johtavat korkeampiin kuluttajahintoihin, ja päätyvät näin kuluttajien maksettavaksi. Seuraavaksi näiden näkemysten nopea käsittely taloustieteen näkökulmasta.

3.7.2.1 Kuluttajahintojen muutos

Kuluttajahintoja nostava vaikutus perustuu ajatukseen, että yritykset hinnoittelevat tuotteensa perustuen kaikkiin niihin kustannuksiin, joita tuotteen valmistaminen on aiheuttanut. Todellisuudessa taajuusoikeuksista maksettava yksittäinen summa pitäisi nähdä uponneena kustannuksena, joka ei vaikuta optimaaliseen hinnoitteluun. Yrityksien kannalta optimaalinen hinnoittelu perustuu havaittuun kuluttajien kysynnän tasoon eri hinnoilla, ja tuotteeseen liittyvään rajakustannukseen. Havaitulla kuluttajien kysynnällä tarkoitetaan sitä, kuinka paljon tuotetta ostetaan milläkin hinnalla, ja tuotekohtaisella rajakustannuksella tarkoitetaan kustannusta, jonka viimeisen tuotettavan tuotteen valmistaminen kustantaa. Optimaaliseen hinnoitteluun eivät siis vaikuta menneet uponneet kustannukset, vaan rajakustannus. Tämän perusteella väite kuluttajahintojen noususta on perusteeton, ja liian korkea taajuusoikeuksien hinta johtaisi todellisuudessa markkinoilta poistumiseen, tai niiltä pois jättäytymiseen.

3.7.2.2 Investointien väheneminen

Ajatus suuremmasta investointien määrästä alhaisten hintojen vallitessa on lähempänä oikeellisuutta, kuitenkin sekin perustuu ajatukseen, että yrityksillä olisi velvoite käyttää alhaisten hintojen muodossa tarjottu tuki investointeihin. Mitään tällaista velvoitetta ei tietenkään ole, mutta ainakaan kyseiset yritykset eivät kärsi budjettivajeesta ja joudu tätä kautta jättämään kannattavia investointeja tekemättä.

Laajasti tunnustetun taloustieteen teorian mukaan yrityksien päätökset investoinneista perustuvat tulevaisuuden tuotto-odotuksiin. Mikäli mahdollisen investoinnin tuotto-odotus riski suhde on positiivinen, on investointi kannattava ja se toteutetaan. Kuitenkin ottaen huomioon budjettirajoitteet, valiten aina investointikohteista ne, joiden tuotto-odotus riskiin nähden on paras. Yrityksien päätöksentekoon ei siis vaikuta se, onko investointeja varten kertynyt pääoma saatu halvan hinnan johdosta taajuuksiin liittyen, vai

onko pääoma kerääntynyt jostain muualta. Yrityksen johdon tehtävä on toteuttaa sellaiset investoinnit, jotka ovat kannattavia, ja jos tällaisia kohteita ei löydy, rahat jaetaan yrityksen omistajille omistusten suhteessa, jotta he voivat itse tehdä kannattavampia investointipäätöksiä.

Taajuuksia hyödyntävien yritysten tukeminen Suomenkaltaisessa valtiossa voi siis olla hyvin perusteltua, mutta poliittisena ohjauskeinona alhaisten hintojen muodossa annettu tuki ei ole tehokas menetelmä. Vaihtoehtoisesti korkeammalla huutokauppahinnalla hankitut tulot voitaisiin ohjata takaisin kansantalouden kannalta tärkeisiin investointeihin puhtaasti ohjatuilla investointituilla. Se, onko näiden tukien ohjaus tehokasta, on monimutkaisempi kysymys.

3.7.2.3 Poliittinen yhteen veto

Tällä hetkellä Suomi jakaa taajuusoikeuksia hyödyntäville yrityksille perusteetonta tukea alhaisten hintojen muodossa. Seuraavaksi käsittelen tällä hetkellä käytössä olevien menetelmien mahdollisia kehitystapoja sillä oletuksella, että huutokaupan pitäisi pyrkiä mahdollisimman tehokkaaseen hinnanmuodostukseen järjestäjän näkökulmasta.

OSA 3

4. Taajuushuutokaupamenetelmien kriittinen tarkastelu

Jotta Suomessa voidaan saavuttaa parempaa menestystä taajuushuutokauppojen osalta, on käytettyjä menetelmiä ja sääntöjä muokattava siten, että ne lisäävät osallistujien määrää ja mahdollistavat osallistujien välisen kilpailun. Seuraavaksi mallinnan nykyisin käytössä olevaa menetelmää peliteorian avulla, ja tarkastelen miten yritysten välisen kilpailun lisääminen vaikuttaa lopputulokseen.

4.1 Osallistujien välisen kilpailun lisääminen (Avoin nouseva hinta)

Jotta voidaan ymmärtää paremmin osallistujien välisen kilpailun vaikutusta lopputulokseen, on pystyttävä arvioimaan lopputuloksia sääntöjen muuttuessa. Seuraavaksi käyn läpi mallinnuksen tilanteesta, jossa kolme kilpailijaa (A B C) osallistuvat huutokauppaan, jossa tarjolla on kolme ominaisuuksiltaan hieman toisistaan poikkeavaa tuotetta (1 2 3).

Mallinnus ennustaa kilpailijoiden toimintaa peliteorian avulla siten, että jokainen osallistuja pyrkii maksimoimaan omaa hyvinvointiaan ostamalla tuotteen mahdollisimman paljon alle oman arvostustasonsa.

4.1.1 Ei osallistujien välistä kilpailua markkinaosuudesta

Ensimmäisessä tilanteessa kuvataan huutokauppa, joka vastaa vuonna 2018 järjestettyä taajuushuutokauppaa Suomessa. Jokainen osallistuja voi hankkia ainoastaan yhden taajuuskaistan, joiden välillä on pieniä teknisiä eroja, jotka johtavat korkeampaan arvostukseen tiettyjen kaistojen osalta. Kaistan 1 lähtöhinta on 11 ja kaistojen 2 ja 3 lähtöhinta on 10. Säännöt sallivat minimikorotuksen, joka on 0,1. Maksimikorotusta ei oteta huomioon tässä tarkastelussa. Ensimmäisessä tilanteessa lähtöhinnat ovat lähellä osallistujien omaa arvostustasoa. Maksimi tuotto saavutetaan myymällä kaistat suurimmalla mahdollisella arvostuksella siten että kilpailijoiden yhteenlaskettu hyöty olisi 0.

Tilanne 1:

Kilpailijat	A B C
Kaistat	1 2 3

Arvostukset	A	B	C	Lähtöhinta
Kaista 1	12	13,2	14,4	11
Kaista 2	11	12,1	13,2	10
Kaista 3	10	11	12	10

Maksimi
tuotto 36,5

Tasapaino	Hinta	Ostaja	Hyöty
Kaista 1	12,2	C	2,2
Kaista 2	11,1	B	1
Kaista 3	10	A	0

Tuotto	33,3
	91,20
% maksimista	%
Yritysten hyöty	3,2

Hyöty taulukko	A	B	C
Kaista 1	0	1	2,2
Kaista 2	0	1	2,1
Kaista 3	0	1	2

Tasapainotilanteeseen päädytään, kun lähdetään liikkeelle lähtöhinnoista, ja kukin osallistuja korottaa aina sen taajuuskaistan hintaa minimikorotuksella, jossa hänen odotettu voittonsa on suurin mikäli tarjouskilpailu päättyisi seuraavan kierroksen jälkeen. Odotettu voitto muodostetaan vähentämällä taajuuskaistan henkilökohtaisesta arvosta sen hinta. Tasapainotilanteessa kukaan osallistujista ei voi parantaa omaa tilannettaan muuttamalla tarjoustaan.

Tilanteessa 2A muokataan asetelmaa ainoastaan siten, että osallistujien arvostustasoja kasvatetaan. Lisäksi minimikorotus nostetaan yhteen, jotta mallintaminen on yksinkertaisempaa. Lähtöhinnat sekä muut säännöt pysyvät ennallaan. Osallistajat voivat edelleen hankkia vain yhden taajuuskaistan, joiden välillä on pieniä teknisistä syistä johtuvia eroja arvostuksessa.

Tilanne 2A:

Kilpailijat	A B C
Kaistat	1 2 3

Arvostukset	A	B	C	Lähtöhinta
Kaista 1	110	111,1	112,2	11
Kaista 2	105	106,05	107,1	10
Kaista 3	100	101	102	10

Maksimi
tuotto 318,25

Tasapaino	Hinta	Ostaja	Hyöty
Kaista 1	20	C	92,2
Kaista 2	15	B	91,05
Kaista 3	10	A	90

Tuotto	45
% maksimista	14,14 %
Yritysten hyöty	273,23

Hyöty taulukko	A	B	C
Kaista 1	90	91,1	92,2
Kaista 2	90	91,05	92,1
Kaista 3	90	91	92

Jälleen kilpailu aloitetaan lähtöhinnoista, ja kilpailijat tekevät siitä taajuudesta minimikorotuksen, joka tuottaa heille suurimman voiton, mikäli kilpailu päättyisi seuraavan kierroksen jälkeen. Koska taajuus 1 on kaikkien mielestä arvokkaampi kuin muut, tarjominen aloitetaan siitä. Tässä esitetty tasapaino on yksi mahdollinen, sillä on myös mahdollista, että toimija B hankkii itselleen taajuuden 1 ja päädytään siis epätehokkaaseen lopputulokseen. Tämä johtuu minimikorotuksen vaikutuksesta. Vapaan ”atomittoman” korotuksen tilanteessa taajuus päättyisi aina sille, joka arvostaa taajuutta eniten verrattuna muihin taajuuksiin. Tässä esimerkissä erot taajuuksien arvostuksissa on laskettu suhteellisina eroina, eli se toimija joka uskoo pystyvänsä käyttämään tehokkaimmin taajuutta 3, uskoo pystyvänsä hyötymään suhteessa enemmän taajuudesta 1 kuin muut toimijat. *Tämä päättely vaikuttaa uskottavalta, sillä eri taajuuksien arvostus perustuu niihin odotuksiin, joita toimijoilla on liittyen tulevaisuuden tuottoihin. On siis järkeenkäyvää että mikäli toimija uskoo voivansa käyttää taajuutta tehokkaammin, hyöttyy hän myös laadukkaammasta taajuudesta suhteessa enemmän kuin muut.*

Tämän mallinnuksen perusteella nähdään, että vaikka yritysten arvostukset lähes 10 kertaistuivat verrattuna ensimmäiseen tilanteeseen, jossa lähtöhinta oli lähellä yritysten sisäisiä arvostustasoja, huutokaupan järjestäjän hyöty ei juurikaan kasvanut, vaan tilanteesta hyötyivät yritykset, joiden yhteenlaskettu voitto kasvoi noin 85 kertaiseksi.

Tilanteessa 2B on arvostuksia muutettu siten, että tilanteen 2A sijaan arvostus eri taajuuksien välillä kasvaa pienemmän prosenttiosuuden mukaan. Tilanteessa 2A taajuus 2 on 5% arvokkaampi kuin taajuus 3, ja taajuus 1 on 10% arvokkaampi kuin taajuus 3, kun taas tilanteessa 2B vastaavat prosentit ovat 2 ja 4.

Tilanne 2B:

Kilpailijat	A B C
Kaistat	1 2 3

Arvostukset	A	B	C	Lähtöhinta
Kaista 1	104	105,04	106,08	11
Kaista 2	102	103,02	104,04	10
Kaista 3	100	101	102	10

Maksimi tuotto 309,1

Tasapaino	Hinta	Ostaja	Hyöty
Kaista 1	14	B	91,04
Kaista 2	12	C	92,04
Kaista 3	10	A	90

Tuotto	36
% maksimista	11,65 %
Yritysten hyöty	273,08

Hyöty taulukko	A	B	C
Kaista 1	90	91,04	92,08
Kaista 2	90	91,02	92,04
Kaista 3	90	91	92

Tilanteen eteneminen noudattaa tilanteen 2A etenemistä, kuitenkin huomataan että pienempi ero taajuuksien välisessä arvostuksessa johtaa pienempiin hintoihin kuin aikaisemmassa tilanteessa, ja taajuus 3 myydään edelleen lähtöhinnalla. Tästä voidaan päätellä, että lähtöhintoja korkeampi hinta ei kuvasta taajuuksien arvostusta yleensä, vaan hinta nousee ainoastaan johtuen taajuuksien välisistä arvostus eroista. Tilanteessa 2B on myös demonstroitu tasapaino, jossa minimikorotuksen asettaminen on johtanut tilanteeseen jossa toimija B on hankkinut itselleen taajuuden 1, jolloin myöskään tehokas allokaatio ei ole toteutunut.

4.1.2 yhteenveto

Näiden kolmen mallinnuksen perusteella voidaan siis todeta, että mikäli huutokaupan säännöt suunnitellaan tavalla, joka eliminoi osallistujien välisen kilpailun taajuuksien määrästä eli markkinaosuudesta, ja vain yksi taajuus per osallistuja on mahdollinen, johtaa tämä epätehokkaaseen hinnanmuodostumiseen. Tällöin osallistujien arvostuksella ei ole juurikaan vaikutusta hinnanmuodostumiseen, vaan ainoastaan taajuuksien väliset arvostuksen erot näkyvät hieman lähtöhintoja korkeampina tuottoina.

Tilanteesta 2A ja 2B huomataan myös, että mitä pienempiä taajuuksien väliset erot ovat, sitä alhaisemmaksi hinnat jäävät, ja sitä suuremman osuuden yritykset keräävät tarjolla olevasta hyvinvoinnista.

Tämä kyseinen mallinnus jäljittelee tilannetta, joka kahdessa edellisessä Suomessa järjestetyssä taajuushuutokaupassa on ollut vuosina 2018 ja 2016.

Seuraavaksi mallinamme vaikutuksia, joita aiheutuu taajuuksien jakamisesta useampaan osaan, ja osallistujien välinen kilpailu markkinaosuudesta mahdollistetaan.

4.1.3 Osallistujien välillä kilpailua

Tilanteessa 3 kuvataan asetelmaa, jossa tilanteiden 1 ja 2 taajuudet on jaettu kahtia, muodostaen 6 kpl taajuuskaistoja, joiden arvo lähtöhinnalla mitattuna on puolet edellisten tilanteiden arvostuksesta. Lisäksi tällä kertaa osallistujat voivat parhaimmillaan hankkia itselleen 3 taajuuskaistaa eli puolet taajuuksista. Tämä tilanne vastaa vuoden 2013 taajuushuutokaupan tilannetta.

Muilta osin säännöt pysyvät samoina kuin aikaisemmissa tilanteissa, sallien 1 suuruisen minimikorotuksen. Huutokauppa toteutetaan samanaikaisena usean kohteen usean kierroksen huutokauppana nousevin hinnoin. Yritysten arvostus eri taajuuksille on kuten edellä laskettu suhteellisesti suurempana arvostuksena, se vain jakautuu tasan kahden kaistan välillä. Tilanteessa 3, tehokkain taajuus on 20% arvokkaampi kuin heikoin taajuus, ja toiseksi tehokkain taajuus puolestaan 10% heikointa arvokkaampi.

Tilanne 3:

Kilpailijat	A B C
	1 2 3 4 5
Kaistat	6

Arvostukset	A	B	C	Lähtöhinta
Kaista 1	60	66	72	6
Kaista 2	60	66	72	6
Kaista 3	55	60,5	66	5
Kaista 4	55	60,5	66	5
Kaista 5	50	55	60	5
Kaista 6	50	55	60	5

Maksimi
tuotto 380,5

Tasapaino	Hinta	Ostaja	Hyöty
Kaista 1	60	C	12
Kaista 2	60	C	12
Kaista 3	56	C	10
Kaista 4	55	B	11
Kaista 5	50	B	10
Kaista 6	50	B	10

Tuotto	331
% maksimista	86,99 %
Yritysten hyöty	49,5

Hyöty taulukko	A	B	C
Kaista 1	0	6	12
Kaista 2	0	6	12
Kaista 3	-1	4,5	10
Kaista 4	0	5,5	11
Kaista 5	0	5	10
Kaista 6	0	5	10

Mallinnuksesta havaitaan, että taajuuksia onnistuu hankkimaan ainoastaan kaksi taajuuksia eniten arvostavaa toimijaa, ja vähiten taajuuksia arvostava kilpailija tippuu ulos markkinoilta. Kilpailun mahdollistaminen kuitenkin tehostaa hinnanmuodostumista huomattavasti verrattuna tilanteeseen 2, jossa pääasiallisia hyötyjiä olivat ostajat. Tämä tasapaino ei ole ainoa mahdollinen, vaan erityisesti jos taajuuksien väliset erot ovat pienemmät, ja minimikorotus on suuri, on tehoton allokaatio mahdollinen.

4.1.4 Vuoden 2013 taajuushuutokaupan tarkastelu.

Tilanne 3 muistuttaa lähtökohdiltaan vuoden 2013 taajuushuutokauppaa Suomessa. Kuitenkin tarkastelemalla todellista lopputulosta ja peliteoreettista mallinnusta, huomataan että huutokaupan

lopputulos poikkeaa huomattavasti mallinnuksen tuloksista. Vuonna 2013 toteutetussa huutokaupassa kaikkien taajuuksien hinnat jäivät lopulta lähelle lähtöhintoja, ja poikkeuksen tarjosivat ainoastaan keskellä taajuusaluetta olleet hieman paremmiksi arvioidut taajuudet, joiden hinta nousi korkeammalle.

Yksi mahdollinen selitys todellisen tilanteen ja mallinnuksen eroille on, että tilanteessa 3 oletetaan että osallistujien arvotukset ovat selvästi korkeampia kuin lähtöhinnat. Mikäli lähtöhinnat kuitenkin täsmäävät hyvin osallistujien omaan arvostukseen, ei hinta nouse juurikaan lähtöhintoja korkeammalle.

Arvostuksen ja lähtöhintojen täsmääminen ei kuitenkaan selitä sitä, miksi taajuudet päätyivät kolmelle eri toimijalle poiketen tilanteesta 3, jossa yksi toimija tippui kokonaan markkinan ulkopuolelle. Toinen mahdollinen selitys lopputulokselle on niin sanottu sanaton kartelli, tai onnistunut kolluusio. Hiljainen kartelli tarkoittaa tilannetta, jossa kilpailevat toimijat eivät käytännössä sovi toimivansa kolluusion tavoin, mutta hiljaisesti ymmärtävät, että näin heidän kannattaa toimia. Nousevan hinnan avoin huutokauppa lisäksi vähentää houkutusta poiketa sovitusta tai muutoin muodostuvasta kolluusiosopimuksesta, sillä mikäli joku tarjoaja yhtäkkiä poikkeaa sovitusta, muut voivat seuraavalla kierroksella tarjota korkeamman hinnan ja kolluusion hyödyt menetetään.

Kun puhutaan vuoden 2013 huutokaupasta, on hyvä muistaa, että alkuperäinen huutokauppa keskeytettiin 8 kuukauden huutokaupan jälkeen, sillä sääntöihin jäänyt suunnitteluvirhe johti loppumattomaan kilpailuun. Tämän jälkeen säännöt suunniteltiin uudestaan ja huutokauppa saatiin nopeasti päätökseen edellä kuvatuin lopputuloksin. On ilmeisen selvää, että 8 kuukauden ajan kilpailtuaan osallistujat ovat hyvin perillä toistensa arvostustasoista, ja sanattoman kartellin muodostaminen on helppoa. Sanaton kartelli ei sinänsä ole laitonta, vaan huutokaupan suunnittelun virhe.

Tarkastellaan seuraavaksi, minkälaiseen lopputulokseen päädytään, mikäli tilanteessa 3 osallistujat olisivat muodostaneet kartellin.

Tilanne 3K:

Kilpailijat	A B C
	1 2 3 4 5
Kaistat	6

Arvostukset	A	B	C	Lähtöhinta
Kaista 1	60	66	72	6
Kaista 2	60	66	72	6
Kaista 3	55	60,5	66	5
Kaista 4	55	60,5	66	5
Kaista 5	50	55	60	5
Kaista 6	50	55	60	5

Maksimi
tuotto 380,5

Tasapaino	Hinta	Ostaja	Hyöty
Kaista 1	6	C	66
Kaista 2	6	C	66
Kaista 3	5	B	55,5
Kaista 4	5	B	55,5
Kaista 5	5	A	45
Kaista 6	5	A	45

Tuotto	32
% maksimista	8,41 %
Yritysten hyöty	333

Kolluusiassa taajuudet jaettaisiin toimijoiden välille tasan siten, että kaikki saavat 2 taajuutta lähtöhinnoilla. Toimija C saa taajuudet 1 ja 2, B ostaa taajuudet 3 ja 4 ja toimija A saa haltuunsa taajuuden 5 ja 6. Kolluusion tuottama hyöty on yrityksille yhteensä 283,5 suurempi kuin mihin kilpailtu tilanne johtaisi, esimerkiksi kilpaillun tilanteen voittava osapuoli C hyötyy kolluusiosta 98 enemmän kuin kilpailusta. Mallinnuksen perusteella nähdään, että yhteistyö ja kilpailusta pidättäytyminen on kaikille toimijoille hyvin tuottava vaihtoehto.

Kolluusion houkuttelevuutta voidaan vähentää nostamalla lähtöhinnat riittävän korkealle tasolle, kuitenkin lähtöhintojen nostamisella on muita negatiivisia vaikutuksia, kuten pienempien kilpailijoiden osallistumisen houkuttelevuuden pienentyminen sekä vaara siitä, että taajuudet eivät mene kaupaksi.

4.1.5 Mallinnuksen yhteenveto

Tilanteet 1, 2 ja 3 kuvaavat osallistujien välisen kilpailun tärkeyttä tehokkaan hinnanmuodostamisen kannalta, joka on suurin yksittäinen tekijä, joka on johtanut taajuushuutokauppojen alhaisiin tuottoihin Suomessa. Kaikki tähän mennessä kaupatut taajuudet, jotka soveltuvat matkapuhelinyhteyksien käyttöön ovat päätyneet samojen kolmen toimijan käyttöön. Tämä puhuu painavaa kieltä mahdollisten kilpailijoiden

määrän vähydestä Suomen taajuusmarkkinoilla, ja korostaa osallistuvien kilpailijoiden välisen kilpailun mahdollistamisen tärkeyttä tehokkaan hinnanmuodostumisen kannalta. Toisaalta niitä toimijoita, jotka eivät taajuuksia onnistu kilpailussa hankkimaan ei ilmoiteta julkisesti, joten on teoriassa mahdollista, että kilpailijoita on ollut mukana enemmänkin.

Tähän mennessä toteutettujen huutokauppojen tulosten perusteella, ja erityisesti viimevuosina toteutettujen huutokauppojen suunnittelun perusteella on kuitenkin perusteltua kyseenalaistaa todelliset tavoitteet huutokauppojen takana. Tällä tarkoitan erityisesti tavoitetta markkinaperusteisesti määritellystä hinnasta, sekä tehokkaasta oikeuksien allokaatiosta. Suomalaiset päättäjät ovat useaan otteeseen antaneet ymmärtää, että radiotaajuuksiin liittyvät innovaatiot ja osaaminen ovat kansantaloudellisesti tärkeitä, ja niiden menestyminen vaikuttaa positiivisesti koko kansantalouden tulevaisuuteen. Kuten jo aikaisemmin kappaleessa 3 mainitsin, on poliittinen ohjaus tiettyjen tärkeiden toimialojen osalta usein perusteltua, mutta alhaisten hintojen muodossa myönnetty yritystuki on kuitenkin heikko tapa ohjata varoja investointeihin, ja todennäköisempi ylimääräisen kassan loppusijoituspaikka on osakkeenomistajien arvo-osuus tilit.

Osallistujien vähäinen määrä vaikuttaa Suomen huutokauppasuunnitteluun myös kilpailupoliittiselta kannalta, sillä mikäli oikeuksien allokointi vain 2 toimijalle sallitaan, johtaa se kolmasosan kilpailijoista poistumiseen markkinoilta kokonaan. Se onko 2 kilpailijaa yhdellä markkinalla liian vähäinen määrä, ja johtaako se suurempiin hyvinvointitappioihin kansantalouden kannalta on kysymys, johon en tässä tutkielmassa pysty vastaamaan, mutta totean että on muitakin keinoja kilpailun säilyttämiseen kuin puhdas tasajako. Esimerkiksi taajuuksien jakaminen vielä useampaan kuin 6 osaan mahdollistaisi epäsymmetristen markkinaosuuksien muodostumisen ja kilpailun lisääntymisen 3 toimijan välille. Palaan pienempiin osiin jakamisen hyötyihin myöhemmin, kun käsittelen huutokaupparuokien kehitysehdotuksia.

Kuitenkin vaikuttaa siltä, että vuoden 2013 versiossa taajuushuutokaupan suunnittelun osalta oltiin lähempänä onnistunutta suoritusta kuin mitä median kirjoitusten perusteella voidaan päätellä. Kiusallinen tilanne kuitenkin johti siihen, että enää tämän jälkeen ei tehokkaaseen hinnanmuodostumiseen tähtäävää menetelmää ole yritettykään suunnitella, vaan on päädytty menetelmään joka näyttää, kuulostaa ja käyttäytyy kuten kauneuskilpailu, mutta jota kutsutaan huutokaupaksi.

4.1.6 Mallinnuksen kriittinen tarkastelu ja puutteet

Edeltävissä tilanteissa 1-3 käytetty peliteoreettinen malli on yksinkertaistus, joka ei pysty täydellisesti kuvaamaan todellisen maailman monimutkaisuutta, vaan sitä voidaan käyttää ainoastaan kuvaamaan mitä osallistujien välisen kilpailun estäminen aiheuttaa, kun kaikki muut asiat pysyvät muuttumattomina, *ceteris paribus*. Kuvailen seuraavaksi merkittävimmät vaikutukset, jotka jäävät mallin ulkopuolelle.

Suurin yksittäinen tekijä, jonka vaikutusta tässä tarkastelussa ei huomioida on erilaisten kombinaatioiden vaikutusta taajuuksien arvostukseen. On todennäköistä, että erilaiset yhdistelmät mitä kuudesta eri taajuuskaistasta voidaan muodostaa, luovat eri arvoja niiden omistajilleen, joka puolestaan vaikuttaa huutokaupan lopputulokseen. Tässä tarkastelussa kaikki taajuudet on arvioitu erillisinä, ja niiden arvo on aina sama, omistatko niistä yhden, nolla vai kolme. Mahdollinen tilanne, johon tilanteen 3 mallissa kombinaatioilla voi olla vaikutusta, on sellainen, jossa yksi toimija on jäämässä kokonaan ilman taajuuksia, jolloin jo alalla olevalla toimijalla voi olla erittäin suuri kannustin hankkia edes yksi taajuus ja pysyä markkinoilla edes rajoitetulla toimintakyvyllä. Toisaalta jos suuren markkinaosuuden hankkiminen on mahdollista, saattaa lisätaajuuksien hankkiminen muodostua erittäin kannattavaksi monopolihintojen myöhemmän käytön seurauksena.

Lisäksi malli ei ota huomioon muiden toimijoiden tarjouksien vaikutusta osallistujien arvostukseen, vaan olettaa niiden olevan täydellisen yksilöllisiä ja muuttumattomia. Todellisessa tilanteessa taajuuksien

arvostamiseen liittyy suuresti tulevaisuuden innovaatioista ja teknologian kehittymisestä aiheutuvia tuottoja, joiden arviointiin liittyy paljon spekulatiota. Tällaisessa tilanteessa muiden osallistujien korkeat tarjoukset voivat signaloida informaatiosta, jonka perusteella arvioitu tulevaisuuden tuotto-odotus voi olla liian pieni, ja on syytä nostaa omaa arvostuksen tasoa.

Edellisten lisäksi malli ei ota huomioon yritysten käytännön maailmaan liittyviä budjettirajoitteita, jotka voivat joissain tilanteissa estää esimerkiksi kolmannen taajuuskaistan ostamisen. Kuitenkin Suomessa kilpailuun osallistuvat yritykset ovat pääosin taloudellisesti erinomaisessa kunnossa, ja selvästi nettonykyarvolla mitattuna positiivisten investointien rahoittamisessa ei pitäisi olla vaikeuksia. Myöskään mahdollisten lisäkilpailijoiden vaikutuksia ei ole mallinnuksessa huomioitu.

4.2 Huutokauppamenetelmien kehittäminen

Jotta voidaan arvioida, miten huutokauppamenetelmiä voidaan kehittää tulevaisuudessa, on ensin järkevää tarkastella taajuushuutokauppojen tavoitteita. Tässä vaiheessa on hyvä luoda katsaus vuoden 2016 huutokaupan yhteydessä Liikenne ja Viestintä Ministeriön julkaisemiin tavoitteisiin, joiden perusteella huutokauppatapaa lähdettiin suunnittelemaan:

”Huutokaupan tavoitteena on taajuuksien tehokkaan käytön varmistaminen. Huutokaupassa taajuuksien arvo eli toimilupamaksu määräytyy markkinaperusteisesti. Markkinaehtoisien mallien keskeisenä hyötynä on myös prosessin läpinäkyvyys ja selkeys. Huutokaupan tavoitteena on parantaa valtakunnallisten nopeiden langattomien laajakaistayhteyksien saatavuutta, laatua ja kapasiteettia Suomessa. Myöntämällä langattoman laajakaistan käyttöön lisää taajuuksia, voidaan kasvattaa kapasiteettia langattomissa laajakaistaverkoissa ja varmistaa jatkossakin laadukkaan langattoman laajakaistan saatavuus koko Suomessa. (Liikenne ja Viestintä Ministeriö 2016)

Huutokaupan ensimmäinen tavoite on taajuuksien tehokkaan käytön varmistaminen. Tehokkaalla käytöllä tarkoitetaan taajuuskaistojen oikeuksien allokoimista niille toimijoille, jotka hyödyntävät taajuuksia kaikista tehokkaimmin uusien innovaatioiden kehittämisellä ja kuluttajien palvelemisella. Taloustieteen teorian mukaan kilpailu tuottaa automaattisesti tehokkaan allokaation, sillä toimijat, jotka uskovat taajuuksien tulevaisuudessa tuottavan heille eniten, ovat valmiita tarjoamaan eniten myös oikeuksista näiden taajuuksien käyttöön. Kuten jo edellä mainittu, huutokaupan sääntöjen suunnittelulla on jo aikaisemmin tehokkaasti suljettu pois pienet toimijat, jotka mahdollisesti ilman näitä kilpailua rajoittavia ehtoja saattaisivat kehittää teknologiaa nopeammin ja enemmän hyötyä kuluttajille tuottaen. Lisäksi eliminoimalla kolmen suurimman välisen kilpailun kokonaan, varmistettiin että kukaan näistä kilpailijoista ei saisi tätä kautta hankittua kilpailuetua itselleen tarjoamalla korkeampia summia taajuuskaistoista, ja tätä kautta tehokas allokaatio suurimpien toimijoiden välillä on myös poistettu mahdollisuuksien valikoimasta.

Huutokaupan toisena tavoitteena mainitaan, että hinta muodostuu markkinaperusteisesti. Markkinaperusteinen hinta huutokauppamenetelmillä vaatii kilpailuasetelman muodostumisen, mitä tämänhetkisellä sääntöjen suunnittelulla ei onnistuta rakentamaan. Markkinaperusteisen hinnanmuodostumisen sijaan hinta muodostuu lähes täysin valtion minimihinnan asettamisesta.

Kolmantena tavoitteena oli parantaa valtakunnallisten nopeiden langattomien laajakaistayhteyksien toimivuutta, mutta ainakaan huutokauppa ei tässä suhteessa tätä toimintaa parantanut. Taajuuksien myöntäminen käyttöön tietyillä vaatimuksilla on ainoa asia, käyttöilupien myöntämisen lisäksi, joka on johtanut yhteyksien kehittymiseen.

Keskeisiä periaatteita näiden tavoitteiden lisäksi olivat puolueettomuus, selkeys, avoimuus, syrjimättömyys. Näiden periaatteiden toteutuminen on vähintäänkin kyseenalaista, sillä huutokaupan suunnittelun johdosta taajuuskaistat on ohjattu käytännössä ainoastaan suurimpien toimijoiden ulottuville, joka on vähintäänkin viesti puolueellisuudesta ja syrjimisestä. Lisäksi selkeys ja avoimuus ovat ristiriidassa ilmoitettujen tavoitteiden, ja käytännön toteutuksen kanssa. Jos julkisesti ilmoitetaan hinnan muodostuvan markkinaperusteisesti, mutta käytännöt suunnitellaan siten että näin ei tapahdu, on toiminta vähintäänkin epäselvää.

Vuoden 2018 tavoitteita listatessaan, Liikenne ja Viestintä Ministeriö on poistanut markkinaehtoisien hinnan tavoittelun kokonaan huutokaupalle asetetuista tavoitteista:

”Huutokaupan tavoitteena on mahdollistaa seuraavan sukupolven mobiiliteknologia 5G:n käyttöönotto Suomessa. 5G –teknologia mahdollistaa muun muassa nykyistä vielä nopeammat langattomat yhteydet, pienemmän tiedonsiirron viiveen ja energiatehokkuuden. Sen käyttöönotto mahdollistaa uusia palveluita ja yritysten liiketoimintamahdollisuuksia monilla eri sektoreilla kuten esimerkiksi liikenteessä ja teollisuudessa. Nopeat ja viiveettömät verkot voivat mahdollistaa keinoälyn, liikenteen automaation ja robotisaation kaltaisia innovaatiota ja massiivisen esineiden internetin teollisuudessa. 5G:llä voidaan toteuttaa erittäin lyhyttä viivettä vaativia ja reaaliaikaisia palveluja.” (LVM)

Jotta kehitysehdotusten pohtiminen olisi mielekästä, on tuleville huutokaupoille asetettavat tavoitteet määriteltävä selkeästi. Käsittelen seuraavaksi mahdollisia tapoja, joilla tulevat taajuushuutokaupat voisivat päästä lähemmäksi seuraavia tavoitteita:

1. Markkinaehtoinen, tehokas hinnanmuodostuminen.
2. Taajuuksien tehokkaan käytön varmistaminen.

Lisäksi on otettava huomioon nämä erityisesti Suomen tilanteeseen vaikuttavat tekijät

3. Kilpailun säilyttäminen
4. Innovaatioiden ja investointien mahdollistaminen
5. Yhteyksien turvaaminen myös syrjäseuduilla

Tavoite syrjäseutujen yhteyksien turvaamisesta on poliittinen, mutta otettava huomioon selvästi yleisesti hyväksyttynä tärkeänä tavoitteena.

4.2.1 Kilpailijoiden määrän lisääminen

Kilpailijoiden määrän lisääminen nähdään taloustieteen teorian pohjalta ensisijaisena keinona lisätä tehokkuutta ja nostaa huutokaupan järjestäjän odotettua tuottoa. Lisäksi kun ajatellaan taajuushuutokauppojen tavoitteita erityisesti innovaatioiden ja teknologian kehittymisen näkökulmasta, olisi suotavaa mahdollistaa taajuuksista kilpaileminen myös pienemmille yrityksille, joiden tulevaisuuden menestys perustuu juurikin innovaatioiden kehittämiseen.

Tällä hetkellä käytettävässä huutokaupamallissa ei jätetä juurikaan tilaa uusille kilpailijoille, sillä kaikki tarjolla olevat taajuudet ovat suuria, koko maan kattavia taajuuskaistoja, joiden haltijalle asetetaan tiukat vaatimukset. Näiden vaatimusten täyttäminen voi osoittautua pienille innovatiivisille yrityksille vaikeaksi täyttää, ja voi jopa olla täysin yrityksen liiketoiminnan ulkopuolista toimintaa. Tästä syystä pienille yrityksille osallistumisen kustannukset voivat olla niin suuria, että kilpailuun ei kannata osallistua vaikka he

pystyisivätkin kehittämään teknologiaa ja palveluita tehokkaammin esimerkiksi pienemmillä maantieteellisillä alueilla.

Toinen uusien kilpailijoiden osallistumista estävä tekijä on 40 000 euron osallistumismaksu, jota on perusteltu huutokaupan järjestämisen kustannuksien kattamisella. kuitenkin todellisuudessa sillä ei ole merkitystä, tulevatko maksut kiinteinä osallistumismaksuina, jotka on allokoitu käytännön kulujen kattamiseen, vai korkeamman hinnan muodossa. Tietenkään lopullisia hintoja ei voida tietää etukäteen, mutta todennäköisesti esimerkiksi vuoden 2013 huutokaupan 108 miljoonasta oltaisiin voitu käyttää 0,15 miljoonan siivu kattamaan kolmen osallistujan osallistumismaksun.

Osallistumismaksun poistaminen ja taajuusoikeuksien jakaminen pienempiin, myös paikallisiin osiin, lisäisi pienempien toimijoiden kannustimia osallistua kilpailuun taajuusoikeuksista. Lisäksi kattamisvaatimusten lieventäminen ainakin joidenkin taajuuksien osalta voisi lisätä kannustimia hankkia taajuuksia. Toisaalta ei voida varmuudella sanoa, että tämä johtaisi kilpailijoiden määrän kasvuun, mutta ainakin esteet sille olisivat pienemmät.

4.2.2 Kilpailijoiden välisen kilpailun mahdollistaminen

Realistisempi keino tehostaa hinnanmuodostumista, ja taajuusoikeuksien tehokasta allokaatiota, on olemassa olevien kilpailijoiden välisen kilpailun lisääminen. Kuten demonstroin tilanteessa 3, taajuuksien jakaminen pienempiin osiin ja markkinaosuudesta kilpailemisen mahdollistaminen johtavat huomattavasti tehokkaampaan hinnanmuodostumiseen. Tällöin myös ne toimijat jotka arvostavat taajuuksia eniten, saavat niitä käyttöönsä.

Kuitenkin Suomen olosuhteissa on otettava huomioon kilpailupoliittiset tavoitteet, joiden tavoitteena näyttää olevan kolmen toimijan säilyttäminen. Kuitenkin tässä voidaan onnistuva vaikka taajuusoikeuksia ei jaettaisi tasan, vaan esimerkiksi jakaminen 11 taajuuskaistaan joista yksi toimija voi saada haltuunsa korkeintaan 5. Tämä varmistaisi että toimialalle jäisi ainakin 3 toimijaa, mutta ne toimijat jotka pystyvät käyttämään taajuuksia tehokkaimmin, saavat hankittua niitä enemmän käyttöönsä.

4.2.3 Muut keinot

Joidenkin arvioiden mukaan mahdollinen keino heikommassa asemassa olevien mukaan houkuttelemiseksi on käyttää korkeimman hinnan pimeää huutokauppan menetelmää. Tämä lyhentäisi huutokauppaan käytettävää aikaa, ja tätä kautta epäsuoria kustannuksia, mutta myös parantaa heikommassa asemassa olevien mahdollisuuksia menestymiseen vahvempia kilpailijoita vastaan.

Korkeimman hinnan pimeä huutokauppa lisäisi myös riskin välttämisen positiivista vaikutusta hintojen nousulle, joita mukaan houkutellut useammat osallistujat lisäisivät. Toisaalta korkeimman hinnan pimeä huutokauppa lisää houkutusta rikkoa kartelli, joka hyvin toisensa tuntevien toimijoiden on helppo jopa sanattomasti muodostaa.

Toisaalta erityisesti taajuushuutokauppaan liittyy voimakkaasti yhteisen arvostuksen huutokaupan ominaisuuksia, johon kuuluu ominaisesti hintaan positiivisesti vaikuttava signaalointivaikutus.

5. Johtopäätökset

Suomessa järjestettyjen taajuushuutokauppojen menestys on ollut huonoa verrattuna muualla maailmassa järjestettyihin taajuushuutokauppoihin. Huono menestys on johtunut suunnitteluvirheistä, jotka ovat johtaneet perusteettomiin tulonsiirtoihin Suomen kansalaisilta teleoperaattoriyhtiöiden omistajille alhaisten hintojen muodossa. Suomi on neljän taajuushuutokaupan aikana kerännyt yhteensä 273 miljoonaa euroa, mutta kun summaa verrataan esimerkiksi Ison-Britannian vastaavaan, on se briteillä ollut enemmän kuin 11 kertainen asukasta kohden.

Suomessa radiotaajuushuutokauppa on myös poliittinen ongelma, sillä harvaan asutussa maassa on alueita, joille puhtaasti kaupallisesti järjestettäviä puhelinyhteyksiä ei ole kannattavaa rakentaa, ja lisäksi toimialaa itsessään pidetään tärkeänä kansantalouden tulevaisuuden kannalta. Muun muassa näistä syistä johtuen taajuushuutokauppojen suunnittelu ei ole yksinkertainen tehtävä, sillä tavoitteet eivät ole yksiselitteiset.

Alhaisten hintojen muodossa luovutettuja yritystukia ei voida pitää tehokkaana poliittisen ohjauksen menetelmänä, vaan todennäköisesti ainakin osa näistä tulonsiirroista valuu yhtiöiden osakkeenomistajille. Radiotaajuuskaistoja hankkineiden kolmen yhtiön yhteenlaskettu tulos vuosina 2014 – 2017 oli 4,67 miljardia euroa. Selvästi taajuudet ovat olleet hyvin tuottoisia sijoituksia näille toimijoille, ja jatkavat tuottamistaan vielä vuosia tästä eteenpäin.

Suomen taajuushuutokauppojen suunnittelun suurimmat haasteet liittyvät kilpailijoiden vähäiseen määrään, ja tästä johtuvaan haasteelliseen kilpailupoliittiseen tilanteeseen. Mikäli kilpailu markkinaosuuksista mahdollistetaan, on todennäköistä, että toimijoiden määrä koko toimialalla tippuu kolmesta kahteen. Kuitenkin myös epäonnistumiset huutokauppojen suunnittelussa ja ymmärryksen puute eri päätösten vaikutuksesta ovat aiheuttaneet resurssien tuhlaamista ja tehottomia lopputuloksia.

Haasteista huolimatta, mahdollistamalla toimialalla tällä hetkellä toimivien kolmen yrityksen välinen, ainakin osittainen kilpailu markkinaosuudesta, ja madaltamalla uusien toimijoiden markkinoille tulon esteitä, on Suomen menestystä taajuushuutokauppojen osalta mahdollista huomattavasti parantaa tulevaisuudessa.

6. Lähdeluettelo

- 1 2018 huutokaupan tulokset (vierailtu 29.4.2019) <https://legacy.viestintavirasto.fi/viestintavirasto/ajankohtaista/2018>
- 2 5G taajuudet, Wikipedia sivu. (1.4.2019 ja 29.4.2019) <https://fi.wikipedia.org/wiki/5G>
- 3 A General Framework for Wireless Spectrum Auctions, 2007. Sorabh Gandhi, Chiranjeev Buragohain, Lili Cao, Haitao
- 4 A Technical Primer on Auction Theory 1 (Discussion Paper No. 1096, A Technical Primer on Auction Theory 1: Indepe
- 5 DNA vuosikertomus 2013 https://corporate.dna.fi/documents/94506/120817/Vuosikertomus_2013.pdf/6e5a16ee-
- 6 Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi eräiden radiotaajuuksien huutokaupoista annetun lain muuttamisesta sekä vi
- 7 Helsinki Center of Economic Research – Janne Tukiainen Discussion Paper No. 329 May 2011. The Effects of Minim
- 8 Liikenne ja Viestintäministeriön hankeilmoitus 17.5.2018 <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM040:00/2018>
- 9 Mobiili.fi uutinen vuoden 2013 taajuushuutokaupasta (Vierailtu 29.4.2019) <https://mobiili.fi/2013/10/30/suomen-s>
- 10 Paul Klemperer artikkeli, Financial Times 2.11.2002 <https://www.nuff.ox.ac.uk/users/klemperer/FT26Nov2002PDKA>
- 11 Paul Klemperer. The Economic Theory of Auctions, 2000
- 12 Peliteoria ja huutokauppamekanismit (Satu Ruotsalainen, Matematiikan pro gradu, Jyväskylän yliopisto Matematiika
- 13 Radioaallot, Wikipedia sivu. (21.3.2019 ja 29.4.2019) https://fi.wikipedia.org/wiki/Radioaallot#Terasäteily_300–3000
- 14 RAND Journal of Economics Vol. 29 No. 1 Spring 1998 (Keith Waehrer, Ronald M Harstad, Michael H. Rothkopf)
- 15 Suomen 5G taajuushuutokauppa päättyi – näin paljon eri operaattorit maksoivat taajuuksistaan (uutinen julkaistu 1
- 16 Taajuushuutokaupat, Wikipedia sivu. (Vierailtu 29.4.2019) [https://en.wikipedia.org/wiki/Spectrum_auction#United_](https://en.wikipedia.org/wiki/Spectrum_auction#United_States)
- 17 Taloussanomien uutinen 2013 huutokaupasta. (julkaistu 6.9.2013, vierailtu 29.4.2019) <https://www.is.fi/taloussanom>
- 18 Taloussanomien uutinen vuoden 2013 taajuushuutokaupasta (Vierailtu 29.4.2019) <https://www.is.fi/taloussanom>
- 19 Tekniikka ja talous, uutinen vuoden 2013 taajuushuutokaupasta. (Vierailtu 29.4.2019) <https://www.tekniikkatalous>
- 20 Tivi.fi uutinen vuoden 2009 taajuushuutokaupasta (vierailtu 29.4.2019) <https://www.tivi.fi/Uutiset/2009-09-11/Valt>
- 21 Tivi.fi uutinen vuoden 2009 taajuushuutokaupasta (vierailtu 29.4.2019) <https://www.tivi.fi/Uutiset/2009-11-23/Suo>
- 22 Uutinen vuoden 2013 taajuushuutokaupasta (Vierailtu 29.4.2019) <https://www.kaleva.fi/uutiset/talous/pitkittynyt-t>
Valtioneuvoston kanslian tiedote https://vnk.fi/viestinta/tiedotteet-ja-uutiset/-/asset_publisher/10184/taajuushuutokaupasta-2018-2&p_p_col_count=2&_101_INSTANCE_XLFywlwGyMWC_delta=20&_101_INSTANCE_XLFywlwGyMWC_keywords=8
- 23 <https://legacy.viestintavirasto.fi/viestintavirasto/ajankohtaista/2018/suomi5g-karkimaaksitaajuushuutokauppapaat>
- 24 Viestintävirasto (21.3.2019) <https://www.tussitaikurit.fi/taajuuksien-melodia-viestintavirasto/>
- 25 Viestintäviraston lausuntopalvelun julkaisu ja lausuntopyyntö 25.6.2018 <https://www.lausuntopalvelu.fi/EN/Propos>
- 26 Viestintäviraston määräyksen soveltaminen ja perustelut 2018 file:///C:/Users/Roope%20Kangas/Downloads/MPS_
- 27 Viestintäviraston määräys taajuushuutokaupasta 2018 file:///C:/Users/Roope%20Kangas/Downloads/Huutokauppa
- 28 Vijay Krishna. Auction Theory, second edition 2009
- 29 Ylen uutinen huutokaupan osallistujien mielipiteistä (julkaistu 15.7.2016, vierailtu 29.4.2019) <https://yle.fi/uutiset/3>
- 30 (Milgrom, P. (1989) "Auctions and Bidding: A Primer", Journal of Economic Perspectives.)

Liikenne ja viestintäministeriön ilmoituksia ja tiedotteita:

<https://www.lvm.fi/-/valtioneuvosto-paatti-700-mhz-taajuushuutokauppaa-koskevista-yksityiskohdista>

<https://www.lvm.fi/toimiluvat/-/mahti/asianasiakirjat/71360>

<https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=214996>

<https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=209800>

<https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=208928>

<https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=208893>

<https://www.traficom.fi/fi/viestinta/viestintaverkot/taajuuksien-suunnittelu-ja-kaytto>

<https://legacy.viestintavirasto.fi/viestintavirasto/ajankohtaista/2016/ilmoittautuminen700mhzntaajuushuutokauppaanalkaa.html>

<https://legacy.viestintavirasto.fi/viestintavirasto/ajankohtaista/2016/taajuushuutokauppapaattynyt.html>

<https://www.lvm.fi/-/700-alueen-taajuudet-kolmelle-toimijalle-912991>

<https://legacy.viestintavirasto.fi/viestintavirasto/ajankohtaista/2013/taajuushuutokauppa4g-taajuuksilleonpaattynyt.html>

<https://www.lvm.fi/-/taajuushuutokaupan-4g-taajuudet-kolmelle-toimijalle-789965>

<https://www.lvm.fi/-/viestintavirasto-keskeyttaa-taajuushuutokaupan-736016>

<https://www.lvm.fi/tiedotteet/2009/viestinta>

<https://www.lvm.fi/-/taajuushuutokaupasta-kiinnostuneita-haetaan-773633>

<https://www.lvm.fi/-/ensimmainen-taajuushuutokauppa-syksylla-774015>

<https://www.lvm.fi/-/taajuushuutokaupan-4g-taajuudet-kolmelle-toimijalle-789965>

<https://www.lvm.fi/-/taajuushuutokauppa-alkaa-791198>

<https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=206834>

<https://www.lvm.fi/en/-/taajuushuutokaupan-4g-taajuudet-kolmelle-toimijalle-735365>

<https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=208928>

<https://www.lvm.fi/-/800-alueen-taajuushuutokaupan-aikataulua-nopeutetaan-732559>

<https://www.lvm.fi/lvm-mahti-portlet/download?did=82899>

<https://valtioneuvosto.fi/hanke/-/hankesivu/hanke?tunnus=LVM040%3A00%2F2018>

<https://www.lvm.fi/-/taajuushuutokauppa-valmistellaan-asetusmuutoksin-980375>

<https://www.lvm.fi/-/5g-taajuuksien-huutokauppaan-ilmoittautuminen-kaynnistyi-980549>

<https://www.lvm.fi/-/5g-taajuuksien-huutokauppa-alkaa-984563>